PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-PRY-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

COLEGIO DE INGENIEROS DEL ICAI
VISADO
VISADO: 0450/25 - Fecha: 22/7/2025
Documento sellado con firma electrónica

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº0: ÍNDICE GENERAL		HERC-SOL-AL-PE-PRY-0001
DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA		HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001
	ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS	HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A01
	ANEXO II. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A02
	ANEXO III. CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A03
	ANEXO IV. ESTUDIO DE EMISIONES ACÚSTICAS	HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A04
DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS		HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001
	ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS – BAJA Y MEDIA TENSIÓN	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A01
	ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS – RED DE TIERRAS	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A02
	ANEXO III. CÁLCULOS ELÉCTRICOS – CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A03
	ANEXO IV. CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A04
DOCUMENTO Nº3: PLANOS		HERC-SOL-AL-PE-DRW-0001
DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS		HERC-SOL-AL-PE-PCT-0001
DOCUMENTO Nº5: PRESUPUESTO		HERC-SOL-AL-PE-PRS-0001
DOCUMENTO Nº6: ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA		HERC-SOL-AL-PE-EST-0001
	ANEXO I. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	HERC-SOL-AL-PE-ESS-0001-A01
	ANEXO II. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	HERC-SOL-AL-PE-EGR-0001-A02
DOCUMENTO Nº7: PLAN DE DESMANTELAMIETO		HERC-SOL-AL-PE-PDM-0001

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN MEMORIA

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN 7

2 ANTECEDENTES 9

3 TITULAR 10

4 NORMATIVA 11

5 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA 18

6 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO 19

6.1 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 21

6.2 CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA 21

6.3 SERVICIOS EXISTENTES 22

6.3.1 CARRETERAS 22

7 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA 23

7.1 EMPLAZAMIENTO 23

7.2 ACCESO 24

7.3 IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO 24

7.4 GENERADOR FOTOVOLTAICO (MÓDULO FOTOVOLTAICO) 25

7.5 ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS (SEGUIDOR SOLAR O TRACKER) 26

7.6 INVERSOR FOTOVOLTAICO 28

7.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 30

7.7.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA 31

7.7.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (MT) 31

8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO 32

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.1 EMPLAZAMIENTO 32
8.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 34
8.3 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA 35
8.3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES 36
8.3.2 SISTEMA DE BATERÍAS 36
8.3.3 SISTEMA DE CONVERSIÓN DE POTENCIA (PCS) 38
8.3.4 ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN 40
8.3.5 CUADRO DE PROTECCIÓN Y ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES 41
8.3.6 SISTEMAS AUXILIARES 41
8.3.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA 42
8.3.8 PUESTA A TIERRA 43
8.3.9 PROTECCIONES 43
8.4 OBRA CIVIL 44
8.4.1 CÁLCULO DEL VIAL DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS 44
8.4.2 CERRAMIENTO 48
8.4.3 SISTEMA DE DRENAJE 49
8.4.4 CANALIZACIONES 50
8.4.5 CIMENTACIONES 50
8.4.6 CAMINOS DE ACCESO 51
8.5 SISTEMA CONTRA INCENDIO 51
8.5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL 51
8.5.2 SISTEMA DE DETECCIÓN 52

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.5.3 SISTEMA DE EXTINCIÓN 53

8.5.4 LÓGICA DE CONTROL..... 53

8.6 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN..... 54

8.7 SISTEMA DE CONTROL COORDINADO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA 54

8.7.1 POWER PLANT CONTROLER (PPC) Y ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS) 54

8.7.2 CONFIGURACIÓN DE MEDIDA PARA INSTALACIONES CON HIBRIDACIÓN DE TECNOLOGÍA Y ALMACENAMIENTO 55

8.8 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS..... 56

8.9 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN 57

8.10 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA..... 57

8.11 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 57

9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS HABILITADORAS PARA LA INTEGRACIÓN DE RENOVABLES 58

10 CONEXIÓN A SUBESTACIÓN 63

10.1 CARACTERÍSTICAS CELDAS 30 kV 63

10.2 CONEXIÓN DE CABLES..... 65

10.3 ENCLAVAMIENTOS..... 65

10.4 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 65

11 LINEAS DE EVACUACIÓN 30 kV 67

11.1 CIRCUITOS EVACUACIÓN 30 kV 67

11.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES 67

11.3 MATERIALES DE LOS TRAMOS DE LÍNEA SUBTERRÁNEA..... 68

11.3.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA..... 68

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11.3.2 CABLE DE COMUNICACIONES 70
11.3.3 TERMINALES 71
11.3.4 CAJAS DE CONEXIÓN 71
11.3.5 EMPALMES 72
11.3.6 DIMENSIONES DE LA CANALIZACIÓN 73
11.4 PUESTA A TIERRA 73
11.4.1 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA 73
11.4.2 CONEXIONES DE LA PANTALLA DE LOS CABLES 73
11.4.3 DISPOSICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA 74
11.5 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN 75
12 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS 76
13 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 77
14 PROGRAMA DE EJECUCIÓN 78
15 PRESUPUESTO 79
16 CONCLUSIONES 81

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

GRUPO SOLARIA, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE es una empresa multinacional española dedicada, junto con sus subsidiarias, al sector de la energía renovable cuyo modelo operativo está centrado en la explotación del negocio de generación eléctrica basada en la energía solar fotovoltaica.

De acuerdo con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), las energías renovables en el 2030 representarán el 74% de la energía eléctrica producida, y su crecimiento estará liderado la energía solar fotovoltaica (+683%) y por la energía eólica (+114%).

El Decreto Ley 16/2019, de medidas urgentes para la emergencia climática y el impulso a las energías renovables supuso un avance importante para el desarrollo de las renovables con grandes cambios regulatorios, en especial para la fotovoltaica.

Este cambio de paradigma en la generación eléctrica supone un reto en la operación del sistema eléctrico, tradicionalmente acostumbrado a la generación síncrona y no dependiente del recurso natural como es la energía solar o eólica. Ante este reto, se ha identificado la necesidad de introducir en el sistema eléctrico capacidad de respaldo que aporte flexibilidad, firmeza y disponibilidad.

Por este motivo, se hace presente la necesidad de dotar a los sistemas de generación de energía renovable de un sistema de almacenamiento que permita no sólo una gestión óptima de la energía producida sino de la capacidad de respaldo anteriormente mencionada.

Las necesidades de almacenamiento en España, derivadas tanto de los objetivos del PNIEC, de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP) para 2050 y la Estrategia de Almacenamiento energético, han ascendido a un valor de alrededor de 20GW en 2030 y de 30GW en 2050.

Dentro de todas las opciones de almacenamiento existentes, las baterías ion litio lideran el mercado debido a la flexibilidad de ubicación, elevada eficiencia, escalabilidad y rápida instalación.

La expansión en la capacidad de fabricación de baterías y la disminución de sus costes ha favorecido al mercado de almacenamiento de energía en baterías y ha acelerado el despliegue de proyectos de almacenamiento energético a nivel mundial en los que ha quedado demostrada la versatilidad de estos sistemas para dar soporte a la red en servicios de balance.

Así, el objeto del presente documento es definir la integración de un sistema de almacenamiento de energía basado en baterías de ion litio en la planta solar fotovoltaica Hércules Solar de 29,97

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

MWp y de 26,6 MW de potencia instalada en inversores. Esta planta se encuentra construida y en operación.

El sistema de almacenamiento de potencia nominal 11 MW tendrá capacidad de almacenar energía durante cuatro horas (44 MWh) y se conectará a la Subestación de la planta (Subestación Pison) desde donde se evacuará la energía almacenada utilizando la línea de evacuación de la planta fotovoltaica.

El sistema de almacenamiento se compondrá del sistema de baterías de ion litio, de un sistema de conversión de potencia DC/AC y del elemento transformador que eleve la tensión hasta 30 kV. Además, se realizará la ampliación de las celdas y aparellaje de media tensión en la subestación de la planta para la conexión del sistema de almacenamiento.

El sistema de almacenamiento tiene un sistema de gestión y control de la energía propio que se integrará con el sistema SCADA de la planta fotovoltaica para, en todo momento, controlar la producción, carga y descarga de las baterías según consignas y asegurar que no se supera el límite en el punto de inyección.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 ANTECEDENTES

Mediante la resolución de 16 junio de 2021 se emite Orden FYM/759/2021 por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental por parte de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, sobre el proyecto de Planta Fotovoltaica "Hércules Solar" y sus infraestructuras eléctricas de evacuación, en el término municipal de Toro (Zamora), publicada en el Boletín Oficial de Castilla y León en fecha 24 de junio de 2021.

Con fecha 27 de septiembre de 2022 el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de ZAMORA emitió resolución por la que se autoriza la explotación de puesta en marcha definitiva de la PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "HERCULES SOLAR".

Por otro lado, para iniciar la tramitación del sistema de almacenamiento con baterías, PLANTA FV110 deposito el Seguro de Caución en la Caja General de Depósitos por importe de DOSCIENTOS VEINTE MIL EUROS (220.000 €). Dicha garantía es para OBTENCIÓN DE LA AUTORIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DENOMINADA PROYECTO HERCULES SOLAR DE 11 MW DE POTENCIA DE ALMACENAMIENTO CON BATERÍAS, DE LA HIBRIDACIÓN HERCULES SOLAR DE 37.6 MW (11 MW ALMACENAMIENTO BATERÍAS Y 26.6 MW FOTOVOLTAICO), SITO EN EL MUNICIPIO DE TORO (ZAMORA), acorde con el artículo 27.2 del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Con fecha 02/10/2024 fue notificado a PLANTA FV110 comunicación de aceptación de garantía para la tramitación del procedimiento de actualización del acceso y conexión de la instalación híbrida con almacenamiento.

Con fecha 04/12/2024, PLANTA FV110 recibió el Documento de aceptación de actualización de acceso y conexión por parte de REE para la hibridación de la instalación de generación en relación con el Proyecto de HERCULES SOLAR (11 MW de Almacenamiento con Batería y 26.6 MW Fotovoltaicos).

En paralelo, se aclara que en estos momentos se ha solicitado la actualización del permiso de acceso y conexión para capacidad de demanda, cuestión que aún no se encuentra aprobada.

En cualquiera de los casos, la posibilidad de adjudicación de la demanda y, por tanto, la capacidad de carga de la batería de la red, no modifica la instalación, ni desde el punto de vista técnico, pues tanto la instalación como el sistema de conexionado permanecería invariable, ni desde el punto de vista ambiental, puesto que no se incorpora ningún elemento adicional.

Adicionalmente se especifica qué, la hibridación de almacenamiento con baterías dispone de admisión a trámite.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 TITULAR

A continuación, se resumen los datos principales del titular y a la vez promotor del Proyecto:

- Sociedad: PLANTA FV110 S.L.
- CIF: B-88241351
- Domicilio social: C/ Princesa 2, 4ª planta, 28008 Madrid

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 NORMATIVA

Tanto en la redacción del presente proyecto como durante la ejecución de las obras descritas se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones y reglamentaciones:

NORMATIVA TÉCNICA:

- Real Decreto-ley 7/2025, de 24 de junio, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico (BOE nº 152, de 25 de junio de 2025).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 310, de 27 de diciembre, de 2013).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE núm. 310, de 27 de noviembre de 2013).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Orden de 5 de septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12 de septiembre de 1985).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. (BOE nº 140, de 10 de junio de 2014).
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE 68, 19-03-2008).
- Corrección de errores del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2.009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2.009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (BOE 22.05.10).
- Modificaciones posteriores al Real Decreto 1.955/2.000 (RD 2351/2.004).
- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE establecidas como Obligado Cumplimiento en la Reglamentación Vigente y sus actualizaciones.
- Normas NLT del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas).
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc.).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1995).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Recomendaciones UNESA.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- UNE 20432-3/1994: Ensayo de cables eléctricos.
- UNE 20460-4-41/1998: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21081/1999: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 21127/1991: Tensiones normales.
- UNE 21587/1996: Transformadores de medida.
- UNE EN 60909-0/2002: Corrientes de cortocircuito.
- UNE EN 61330/1997: Centros de transformación prefabricados.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Normas Urbanísticas del municipio
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 1 kV (Umax = 1.2 kV) and 3 kV (Umax = 3.6 kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission for standard insulation colors for cables and low frequency networks.
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Materials for Electrical Insulation – Thermal Properties and Durability
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior coverings with a special protection function and that are applied by extrusion.
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEEE 48: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for terminals of medium and high voltage cables

NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL:

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 164/2025, de 4 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.

NORMATIVA URBANÍSTICA:

- Condiciones técnicas que deberán incluirse en los proyectos que se presenten en cumplimiento del reglamento de actividades y calificados como molestas por producción de ruidos y vibraciones.
- Ordenanzas Municipales
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 1093/1997, de 4 de julio, por el que se aprueban las normas complementarias al Reglamento para la ejecución de la Ley Hipotecaria sobre inscripción en el Registro de la Propiedad de actos de naturaleza urbanística.
- Real Decreto 1346/1976, de 9 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística.
- Real Decreto 2187/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística para el desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana. (BOE núm. 261, de 31 de octubre de 2015).
- Decreto 1006/1966, de 7 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Reparcelaciones de suelo afectado por Planes de Ordenación Urbana.
- Real Decreto 1169/1978, de 2 de mayo, sobre creación de Sociedades Urbanísticas por el Estado, los organismos autónomos y las Corporaciones Locales de acuerdo con el artículo 115 de la Ley del Suelo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La instalación estará asegurada para cumplir con la compatibilidad electromagnética, considerando que los equipos de control y protecciones serán digitales, basados en microprocesadores cuyas características se muestran a continuación:

- La rigidez dieléctrica de los equipos será de 2 kV, 50 Hz, 1 minuto y el nivel de impulso de 5 kV, 1,2/50 µs, 0,5 J, según norma UNE EN 60255-27:2014.
- De acuerdo con la norma UNE EN 60255-26:2013:
  - El nivel de protección frente a interferencias de A.F (onda oscilatoria de 1 MHz) será de 2,5 kV en modo común y 1 kV en modo diferencial.
  - Para las descargas electrostáticas, la tensión de salida (modo de descarga en el aire) será de 8 kV.
  - El nivel de inmunidad de los equipos frente a radio interferencias cumplirá con lo indicado en esta norma y se ensayará según la norma UNE EN 60255-26.
  - Los equipos serán de clase A frente a transitorios rápidos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

El sistema de almacenamiento se utilizará para hibridar la Planta Solar Fotovoltaica Hercules Solar de 29,97 MWp y de 26,6 MW de potencia instalada en inversores. Esta planta está formada por 40.014 paneles fotovoltaicos de 550W y 14.364 paneles fotovoltaicos de 555 Wp dispuestos en seguidores solares, y Centros de Transformación que se conectan mediante tendido eléctrico de 30 kV soterrado en zanja a la subestación de la planta SE Pison 30/66 kV. Desde ahí, se conecta con la Subestación Transformadora SE Toro Renovables 30/66/132/400 kV mediante línea de 66 kV, donde se eleva la tensión a 400 kV para entrar en la red de alta tensión que le llevará mediante una línea de 400 kV hasta la Subestación de REE Valdecarretas 400 kV donde se conecta en la red de transporte.

A continuación, se resumen las características principales de la planta solar fotovoltaica ya construida y en funcionamiento:

Tabla 1. Características planta solar FV

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN FV	
DENOMINACIÓN	PLANTA FOTOVOLTAICA HERCULES SOLAR
PROMOTOR	SOLARIA PROMOCIÓN Y DESARROLLO FOTOVOLTAICO S.L.U.
EMPLAZAMIENTO	U.T.M. (X): 297260/ U.T.M. (Y): 4590355
Localidad	Término Municipal Toro
Provincia	Zamora
Tipo de Instalación	Fotovoltaica
MÓDULO FOTOVOLTAICO	
Fabricante y modelo	Trina Solar
Potencia panel (Wp)	550W y 555W
Número total de paneles	54.378 (40.014 de 550W y 14.364 de 555W)
Potencia Pico total (kWp)	29.97
Nº de módulos por string	38
ESTURUCTURA DE SOPORTE DE MÓDULOS	
Estructura	Seguidor solar 1 eje N-S
Tipo de estructura	1Vx57
Nº de módulos FV por estructura	57
Nº de estructuras (filas)	956
Pitch	5 m
INVERSORES	
Potencia nominal/inversor (kVA) a 50ºC	3670
Potencia nominal/inversor (kVA) a 40ºC	3800
Número de inversores	7
Potencia nominal total (kW a 50ºC)	25,69
Potencia nominal total (kW a 40ºC)	26,6
Ratio DC/AC de la instalación	1.13

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	
Tipo	1 MV SKID + 3 TWIN SKID
Potencia unitaria / relación / tipo	MV SKID: 3,8 MVA – 30/0,69 kV TWIN SKID: 2x3,8 MVA – 30/0,69 kV
Número de centros de transformación	4
Potencia total instalada en transformadores (MVA)	26,6
Transformador servicios auxiliares por centro de transformación	MV SKID: 15 kVA TWIN SKID: 2x15kVA
LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT 30 kV	
Tipo de montaje	Directamente enterrada en zanja según RAT
Tipo de conductor	Al XLPE 18/30 kV
Sección	150mm^2 / 400mm^2
Número de circuitos	2

A continuación, se resumen las características principales del sistema de almacenamiento:

Tabla 2. Características sistema almacenamiento

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO	
EMPLAZAMIENTO	**Sistema de Almacenamiento (ETRS89 Zona 30): 298950; 4592203**
Localidad	Término Municipal Toro
Provincia	Zamora
TIPO DE INSTALACIÓN	Almacenamiento
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	
Fabricante	Cospowers o similar
Potencia almacenamiento para generación (MW)	**11**
Energía almacenamiento para generación (MWh)	**44**
Potencia dimensional (MW)	11,3
Energía dimensional (MWh)	50,15
Baterías	Ion litio - LFP
Contenedor de Baterías 5,015MWh	Cospowers
Número de contenedores de baterías	10
Convertidor Bidireccional (PCS) 250kW	Hopewind
Número de PCS	60
Estaciones de Transformación 6,25 MVA	Cospowers
Número de estaciones de transformación	2 de 6,25 MVA
Acoplamiento	Lado CA
Capacidad de almacenamiento	4 horas

Valores sujetos a posibles modificaciones dependiendo del avance de la tecnología, nunca superiores a las limitaciones establecidas en la legislación vigente

En base a lo anteriormente expuesto, se concluye (referencias a criterios internos de diseño):

- Se trata de un proyecto de almacenamiento energético hibridado con instalación de generación eléctrica a partir de fuentes de energía renovable (solar fotovoltaica) en territorio nacional, siendo la instalación solar fotovoltaica ya existente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se supera la potencia mínima exigida de 1MW o 1MWh de capacidad de almacenamiento.
- Se cumple la capacidad de almacenamiento igual o superior a 4 horas.
- No se supera el ratio de 1 MW de potencia del sistema de almacenamiento por 1 MW de potencia de la instalación de producción de energía renovable con la que se hibrida.
- Se cumple que la potencia de almacenamiento de la instalación esté dimensionada, al menos, un 40% de la potencia de generación de la planta solar FV con la que se hibrida en el punto de conexión.

Nótese que la potencia/energía instalada del sistema se ha sobredimensionado para poder garantizar el proveer al menos un 40% de la potencia de generación de la planta FV durante cuatro horas y cumplir otros requisitos técnicos como el factor de potencia 0.9284 (40% Q/P).

6.1 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Se considera de acuerdo con la Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631, la instalación estaría clasificada como tipo C, ya que su punto de conexión es inferior a 110 kV y su capacidad máxima es superior a 5 MW e igual o inferior a 50 MW.

En el apartado 4.6.4 de la Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631 se establece que “los sistemas de almacenamiento por baterías de un MGE híbrido, les serán de aplicación todos los requisitos correspondientes a una UGE de MPE detallados en el apartado 5 de esta Norma Técnica”.

6.2 CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

Para realizar la conexión a la red de evacuación de la energía almacenada en el sistema de almacenamiento hasta el punto de conexión a la red de transporte, se conectará a la subestación de la planta SE El Pisón 30/66 kV. Desde ahí, se conecta con la Subestación Transformadora SE Toro Renovables 30/66/132/400 kV mediante línea de 66 kV, donde se eleva la tensión a 400 kV para entrar en la red de alta tensión que le llevará mediante una línea de 400 kV hasta la Subestación de REE Valdecarretas 400 kV donde se conecta en la red de transporte.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

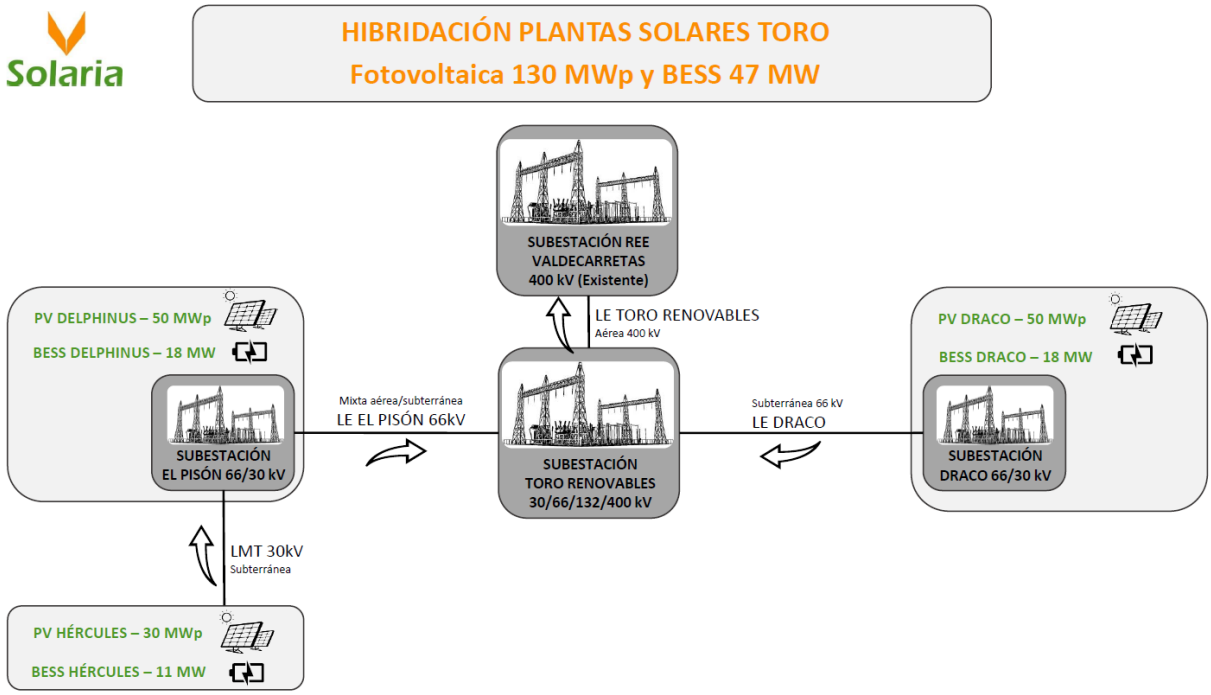


Imagen 1. Esquema General Hibridación

6.3 SERVICIOS EXISTENTES

6.3.1 CARRETERAS

La carretera ZA-605 pasa por la localidad de Toro, región de Zamora en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. El camino de acceso a la subestación y a la instalación de almacenamiento se conecta a la carretera ZA-605 en el km 4 en el punto X: 298955 / Y: 4592109.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

La Planta Solar Fotovoltaica Hércules cuenta con una potencia pico de 29,97 MWp y una potencia instalada en inversores de 26,6 MW.

7.1 EMPLAZAMIENTO

La planta fotovoltaica Hércules Solar se sitúa en la provincia de Zamora, en el término municipal de Toro.

Las coordenadas UTM ETRS89-30N del proyecto son las siguientes:

- E: 297260
- N: 4590355

El emplazamiento de la planta es el que se puede observar en la siguiente imagen:



Imagen 2. Localización de la planta FV

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.2 ACCESO

El Parque Solar Fotovoltaico cuenta con cuatro accesos diferentes en diversos puntos del recinto.

Tabla 3. Coordenadas de los accesos al parque fotovoltaico

COORDENADAS ACCESOS EN ETRS89 UTM 30N		
ACCESO	**ESTE**	**NORTE**
1	296472	4591099
2	297270	4590804
3	297634	4590083
4	297527	4589634

7.3 IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

La siguiente imagen muestra la implantación de la planta Solar Fotovoltaica.

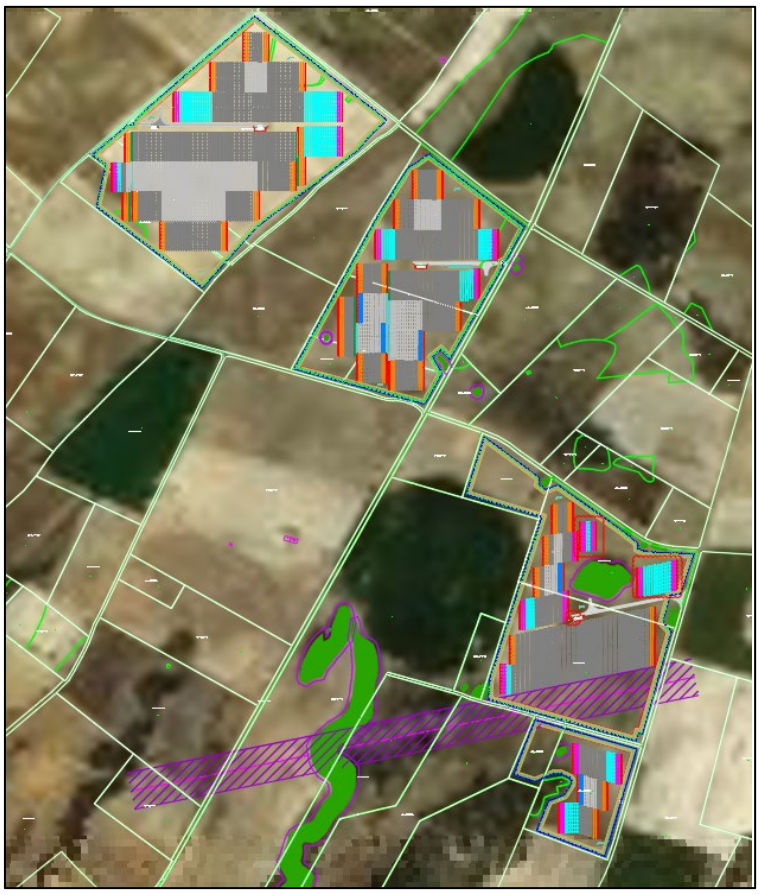


Imagen 3. Layout planta FV

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.4 GENERADOR FOTOVOLTAICO (MÓDULO FOTOVOLTAICO)

Para este proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos de silicio, que con componentes sobradamente probados e instalados en numerosas instalaciones de generación a lo largo del mundo.



Imagen 4. Módulo FV

El fabricante del módulo será Trina Solar o similar, y tendrá las siguientes características:

Tabla 4. Características técnicas principales del módulo fotovoltaico en condiciones STC

Datos eléctricos (en condiciones estándar STC)	
Potencia máxima, Wp	550/555
Tolerancia de potencia nominal (W)	0~+3%
Tensión en el punto Pmáx-Vmp (V)	31,6 / 31,8
Corriente en el punto Pmáx-Imp (A)	17,40 / 17,45
Tensión en circuito abierto-Voc (V)	37,9 / 38,1
Corriente de cortocircuito-Isc (A)	18,52 / 18,56
Eficiencia del módulo ηm (%)	21,0 / 21,2
Dimensiones (mm)	2384mm x 1096mm x 35mm

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La potencia pico (potencia nominal de los módulos fotovoltaicos) está sobredimensionada respecto a la potencia nominal de los inversores con el fin de minimizar pérdidas y mejorar el punto de trabajo del inversor.

La elección del factor de dimensionado viene determinada, principalmente, por las características de irradiancia y temperatura de la ubicación, la disposición de los módulos sobre las estructuras considerando las afecciones y el parcelario, las características de los equipos empleados y la retribución por la generación de energía.

También se consideran las posibles pérdidas de energía que puedan aparecer en el tramo comprendido entre el generador fotovoltaico y el inversor (temperatura de operación, sombreados parciales, suciedad de los módulos, dispersión de parámetros, efecto Joule en el cableado de CC.

7.5 ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS (SEGUIDOR SOLAR O TRACKER)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año. Además, disponen de un sistema de control frente a ráfagas de viento superiores a 60 km/h que coloca los paneles fotovoltaicos en posición horizontal para minimizar los esfuerzos debidos al viento excesivo sobre la estructura.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles hincados con perforación o sin perforación previa.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retroseguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna mediante PLC.

Con el fin de optimizar la superficie disponible, se ha adoptado como solución la implantación de una estructura tipo seguidor bifila. Las ventajas de este sistema en comparación con un seguidor multifila son un menor mantenimiento de la planta y una mayor flexibilidad de implantación.

La estructura mantendrá las siguientes características:

- La composición mínima (mesa) será de 57 módulos FV (1Vx57).
- La distancia máxima de la estructura al terreno será menor de 1,5m.
- Los seguidores serán autoalimentados mediante conjunto panel fotovoltaico.
- Los seguidores portarán comunicación Wireless.



Imagen 5. Seguidor bifila

Los seguidores proyectados para la planta son del fabricante PVH modelo AxoneDuo 114M. En total se instalarán 1.600 seguidores (filas). Las principales características de la estructura solar son las indicadas a continuación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 5. Características principales del seguidor

Características	Estructura
Nº módulos por estructura	57
Ángulo rotación	±55º
Longitud de la fila	~ 64 m
Paso entre filas (pitch)	5 m

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable.

Las piezas de fijación de módulos serán siempre de acero inoxidable. El elemento de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno, siempre que sea posible. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

7.6 INVERSOR FOTOVOLTAICO

El inversor fotovoltaico es el equipo encargado de la conversión de la corriente continua en baja tensión generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna en baja tensión a la misma frecuencia de la red eléctrica del punto de interconexión.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado. Debido a la característica de intermitencia y dependencia del recurso solar para variar la tensión e intensidad del módulo, el inversor debe contar con un rango de tensiones de entrada amplio que permita obtener la máxima eficiencia posible en el rango más amplio de funcionamiento.

La potencia de los inversores, así como el factor de potencia se controla y limita mediante los equipos de control de la planta, en concreto a través del sistema de monitorización (SCADA) y del controlador de los inversores (Power Plant Controller o PPC por sus siglas en inglés). Esto

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

permite de forma dinámica reducir el nivel de potencia activa o variar la potencia reactiva para ayudar en la gestión de la red eléctrica en el punto de interconexión.

Se justifica lo siguiente según la Disposición Adicional Primera del RD 1183/2020:

"Las instalaciones de generación de electricidad cuya potencia total instalada supere la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso deberán disponer de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere dicha capacidad de acceso"

En la planta solar fotovoltaica la potencia total instalada supera la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso y por esta razón la planta dispone de un sistema de control (Power Plant Controller o PPC) coordinado para todos los módulos de generación, que impide que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere la capacidad de acceso otorgada. En la salida del inversor al transformador, irá equipado con un interruptor magnetotérmico de capacidad adecuada a la potencia. El inversor incluye fusibles en la entrada de CC e interruptor automático en la salida CA.

Los inversores del Proyecto son del fabricante Power Electronics modelo HEMK 690V FS3670K. Las principales características son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características eléctricas del inversor

VALORES DE ENTRADA (CC)	
Rango de tensión MPP	976 – 1.310 V
Tensión máxima	1.500 V
Corriente máxima	3.970 A
Corriente cortocircuito	6.000 A
Nº entradas con porta-fusibles	hasta 36
PROTECCIONES DE ENTRADA	
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo 2 en AC y DC, inversor y auxiliares.
Protección DC	Fusibles
Protección fallo a tierra	Interruptor de detección de fallo a tierra y vigilante de aislamiento
VALORES DE SALIDA (CA)	
Potencia	3.800kVA a 40°C / 3.670kVA a 50°C
Corriente nominal	3.175 A
Tensión nominal	690 V

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
Coseno Phi	>0,99
Coseno Phi ajustable	0,5 lagging … 0,5 leading
THD (Distorsión Armónica Total)	<3% por IEEE519
PROTECCIONES DE SALIDA	
Protecciones de sobretensión	Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo 2 en AC y DC, inversor y auxiliares.
Protección CA	Interruptor
PRESTACIONES	
Consumo máximo	10 kVA
DATOS GENERALES	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	2991x2591x2438 mm
Temperatura de funcionamiento	-35 ºC a +60 °C / >50º Disminución pot. act.
Humedad relativa (sin condensación)	4 - 100%
Grado de protección	NEMA 3R - IP55
Altitud máxima	2.000 m; > 2.000 m pérdida potencia (Max. 4.000 m)
Emisión acústica	≤79 dB (A) a 1 m

7.7 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación albergan los equipos encargados de elevar la tensión de la energía generada a través de un transformador.

La salida del inversor se conecta al transformador del centro de transformación, que será el encargado de elevar a la tensión hasta el nivel de media tensión de la planta.

Un centro de transformación contiene el transformador de potencia, los cuadros de baja tensión, las celdas de MT y el transformador de Servicios Auxiliares (SSAA).

Todos los centros de trasformación estarán asociados a las celdas de MT necesarias para su protección y distribución de energía en un sistema de 30 kV y cumplirá con lo establecido en la normativa nacional de Instalaciones Eléctricas, la cual establece las especificaciones técnicas que deben cumplir con el fin de garantizar la seguridad tanto en el uso de la energía eléctrica, como de las personas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.7.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Con el fin de elevar la tensión alterna en la salida del inversor hasta la red de MT, cada centro de transformación cuenta con un transformador de 0,69/30 kV.

Los transformadores de potencia serán de tres fases, con regulación en carga (en lado de alta tensión), aislados en baño de aceite y enfriamiento natural/enfriamiento seco encapsulado en resina epoxi. En el caso de transformadores con aislamiento en aceite existirá un cubeto de retención del aceite cuya capacidad será tal que pueda almacenar toda la cantidad de aceite utilizada. Los transformadores serán de baja pérdida eléctrica, especialmente diseñados para instalaciones fotovoltaicas y diseñadas para un funcionamiento continuo a una carga nominal sin exceder los límites de temperatura.

El devanado primario estará marcado permanentemente con U, V y W y el devanado secundario con u, v y w.

7.7.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (MT)

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección en 30 kV, así como un dispositivo de detección de voltaje que deberá mostrar la presencia o ausencia de voltaje de las tres fases de la red de MT. Este detector proveerá señales independientes de cada fase, evitando el uso de transformadores de tensión.

Se instalarán celdas compactas debido a que, entre otras ventajas, permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a condiciones ambientales y accidentes, y generalmente la manipulación e instalación es rápida y sencilla.

En cada centro de transformación habrá 3: 2 de línea (entrada y salida) con interruptor o seccionador en carga y 1 celda de protección del transformador. Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

Tabla 7. Características celdas media tensión

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo	170 kV
Corriente admisible asignada de corta duración	20 kA
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	630 A
Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones	200/630 A
Frecuencia	50 Hz

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO

8.1 EMPLAZAMIENTO

El sistema de almacenamiento energético se ubicaría junto a la Subestación El Pisón, como se indica en la siguiente imagen:



Imagen 6. Emplazamiento

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

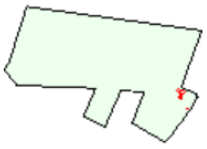
Los datos catastrales de las parcelas afectadas por la implantación de la BESS son los siguientes:

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	49244A001015260000AD
Localización	Polígono 1 Parcela 1526 EL PISON. TORO (ZAMORA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario
Superficie construida	507 m^2
Año construcción	2000

PARCELA CATASTRAL

Parcela construida sin división horizontal

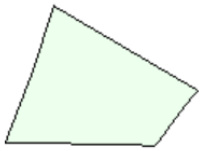


Localización	Polígono 1 Parcela 1526 EL PISON. TORO (ZAMORA)
Superficie gráfica	232.621 m^2

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	49244A001015330000AE
Localización	Polígono 1 Parcela 1533 EL PISON. TORO (ZAMORA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL



Localización	Polígono 1 Parcela 1533 EL PISON. TORO (ZAMORA)
Superficie gráfica	12.515 m^2

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El proyecto está formado por una zona con su correspondiente vallado perimetral de 2 metros de altura. Las coordenadas que definen el vallado perimetral de la zona del proyecto de almacenamiento se muestran en la siguiente tabla:

Coordenadas del Vallado (ETRS89 - U.T.M. 30N		
Vértice	**X**	**Y**
1	298948.670	4592230.560
2	298956.780	4592233.054
3	298975.881	4592222.934
4	298978.375	4592214.823
5	298955.725	4592172.071
6	298944.910	4592168.746
7	298936.413	4592173.248
8	298925.599	4592169.924
9	298918.530	4592173.669

La superficie ocupada por la implantación es de 2425 m², definida como la superficie del vallado perimetral. La longitud del vallado es igual a 192 m.

Superficie catastral de las parcelas con ocupación (total parcelas): 245.136 m²

8.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en un sistema de almacenamiento de energía conectado a una planta solar fotovoltaica (hibridación) que permite gestionar la generación renovable de la planta mediante la carga de la batería durante las horas diurnas y descargar la misma (produciendo energía para su inyección en la red) en otro momento posterior.

El sistema de energía del Proyecto se basa en baterías de ion litio. Las baterías son dispositivos que almacenan energía eléctrica mediante la conversión de dicha energía eléctrica en energía química (carga). Esta energía química almacenada puede ser reconvertida en energía eléctrica (descarga) de manera reversible y con alta eficiencia en el caso de los sistemas basados en ion litio.

Tanto la energía eléctrica en la carga como en la descarga es en corriente continua de baja tensión. Mediante inversores bidireccionales se convierte en corriente alterna también en baja tensión, que posteriormente es elevada en tensión mediante un transformador hasta la conexión a la subestación/centro de seccionamiento de la planta fotovoltaica. A esta tipología de conexión se la denomina “conexión en AC”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

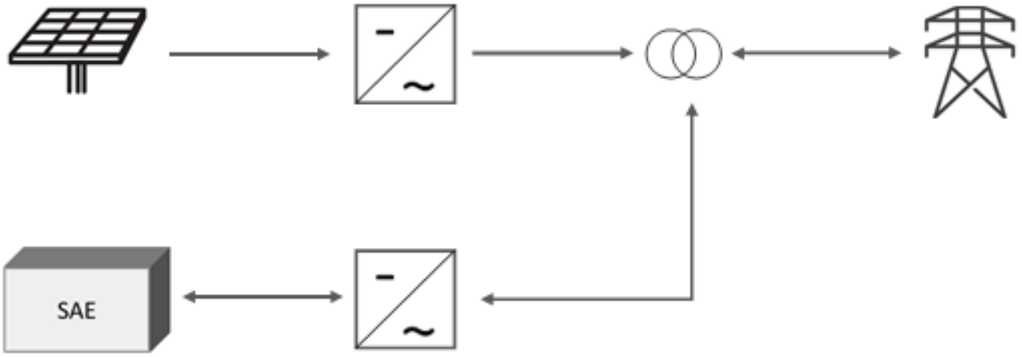


Imagen 7. Esquema de interconexión

Así, la energía eléctrica para la carga de la batería procede de la planta fotovoltaica a través de la conexión del sistema de almacenamiento en la subestación/centro de seccionamiento de planta. La energía obtenida en la descarga del sistema de almacenamiento se evacúa a la red a través de dicha subestación/centro de seccionamiento.

La subestación/centro de seccionamiento se completa con las celdas y protecciones necesarias en la conexión del sistema de almacenamiento para evacuar la energía en condiciones de seguridad. Además de los componentes principales, el sistema de almacenamiento consta de los elementos de control y seguridad necesarios (sistema de gestión de las baterías, sistema de monitorización y control, sistema antincendios, sistema de climatización y ventilación).

La instalación posee elementos de protección como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permite aislar el sistema de almacenamiento de la planta fotovoltaica y del resto de la red. Asimismo, incorpora los elementos necesarios para garantizar la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

Ya que en la subestación/centro de seccionamiento de la planta fotovoltaica se evacúa tanto la energía producida mediante la planta solar fotovoltaica como el sistema de almacenamiento y habida cuenta de la limitación en la potencia en el punto de inyección, se hace necesario de un sistema de control y monitorización integrado de ambos sistemas. Este sistema se describe en detalle en un apartado posterior.

8.3 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

El sistema BESS 11 MW/44 MWh de este Proyecto se define en los siguientes apartados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.3.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Tabla 8. Características del Sistema de Almacenamiento de Energía

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	
Potencia almacenamiento para generación (MW)	11
Energía almacenamiento para generación (MWh)	44
Potencia dimensional (MW)	11,3
Energía dimensional (MWh)	50,15
Baterías	LFP
Número de contenedores de baterías 5,015 MWh	10
Número de convertidores bidireccionales PCS 215 kW	60
Número de estaciones de transformación 6,25 MVA	2

8.3.2 SISTEMA DE BATERÍAS

La batería, que es el sistema donde se almacena la energía, se compone a su vez de distintas partes. La unidad menor es la celda de ion-litio. Estas celdas serán prismáticas y de tipo de química LFP (litio, hierro y fosfato).

Las celdas de ion litio se agrupan en packs de 52 celdas conformando una capacidad de 52,249 kWh, estos packs se agrupan el racks ó clústers de 8 packs de baterías dando lugar a 417,992 kWh de capacidad de almacenamiento, cada uno de estos rack ó clúster lleva asociado un BMS (Battery Managment System) que controla el estado de las distintas celdas. A continuación, estos racks se conectan en grupos de 12 unidades formando el set de baterías para un contenedor de 20 pies y 5,015 MWh de capacidad total.

Para este Proyecto, se usarán contenedores de baterías de la marca Cospowers.

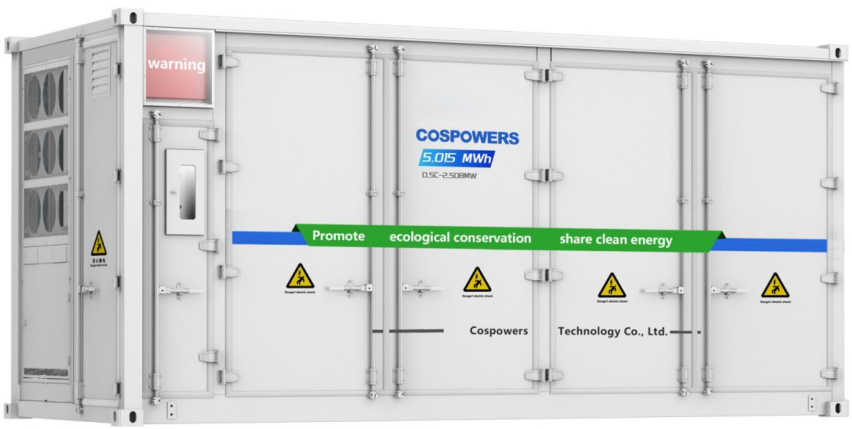


Imagen 8. Configuración exterior

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se trata de contenedores de 20 pies prefabricados y preinstalados. Este tipo de diseño simplifica los trabajos necesarios para instalación, lo que implica un ahorro significativo. El sistema consta de un compartimento de baterías, otro de cabinas de cableado, un sistema contra incendios, sistema de refrigeración líquida, etc.

A continuación, se muestran las principales características de un contenedor doble de baterías.

Tabla 9. Características del Sistema de Baterías

PARÁMETROS DE BATERÍA	
Material de las celdas	LFP
Capacidad nominal DC	5.015 kWh
Capacidad de uso de la batería EOL	3.459 kWh aprox.
Tensión nominal	1.331,2 V
PARÁMETROS DEL SISTEMA	
Tamaño contenedor doble (W*H*D)	6,058 x 2,896 x 2,438 m
Peso contenedor	43t
Nivel protección	IP54
Interfaz de comunicación	RS485, Ethernet
Protocolo de comunicación	CAN, Modbus RTU, Modbus TCP/IP
RENDIMIENTO	
Refrigeración líquida	Sí
Sistema de ventilación anti-explosión	Sí
Supresión de fuego	Agua y Gas
CERTIFICADOS	
Certificados	UL 1973:2022; IEC 62619:2022; UL 9540A:2019; IEC 63056

Por otro lado, el sistema de gestión de baterías (Battery Management System – BMS) es el componente principal de un sistema de almacenamiento de energía. Normalmente es un sistema embebido en tarjetas electrónicas y sus funciones fundamentales son:

- Equilibrar el sistema. Todas las celdas del sistema deben estar equilibradas y mantener siempre el mismo nivel de energía.
- Monitorizar todas las variables: temperaturas, voltaje, corriente, SOC, SOH.
- Autoprotección en caso de funcionamiento anormal del EMS.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como se ha anticipado anteriormente, el BMS se encuentra en varios niveles del sistema, siguiendo una estructura jerárquica de control:

- Tarjeta Máster BMS: controla y monitorea el sistema completo.
- Tarjetas BMS a nivel de rack: controla y monitorizan cada rack. Es típico en algunos fabricantes que una de las BMS de rack actúe como máster del sistema completo.
- Tarjetas BMS a nivel de módulo: dependiendo del fabricante, suelen existir tarjetas BMS a nivel de módulo.

Cada Máster BMS y el número de racks que es capaz de controlar, valor que depende del fabricante, determina el número de sistemas de baterías dentro de un sistema BESS. Este número también viene a veces determinado por la propia disposición física en contenedores de los racks.

8.3.3 SISTEMA DE CONVERSIÓN DE POTENCIA (PCS)

El sistema de baterías almacena y entrega energía en CC. Mediante inversores bidireccionales se convierte esta corriente continua en corriente alterna.

El sistema de conversión de potencia PCS es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica almacenada en forma de corriente continua por las baterías en corriente alterna y viceversa ejecutando el control de corriente adecuado para descargar y cargar las baterías. Es un sistema muy similar a un inversor fotovoltaico a nivel de hardware, salvo por su condición de funcionamiento bidireccional, del hecho de disponer de un sistema de control de carga y descarga de las baterías en lugar de un sistema MPPT, y de integrar protecciones de mayor calibre en corriente continua debido a que la corriente de cortocircuito es mayor que la de los módulos.

La operación de los PCS estará gestionada por el sistema de control EMS, recibiendo consignas de potencias activa y reactiva y controlando la intensidad y voltaje del bus de corriente continua para llevar a cabo las operaciones de carga y descarga. Por ende, el EMS sería el encargado de comunicar con el sistema BMS de las baterías y con el PCS. No obstante, suele ser habitual que además el PCS también tenga programados los estados de las baterías en su control de carga.

Para este Proyecto se usarán PCS de la marca Hopewind modelo ESHV250K-A-G01.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Imagen 9. PCS

Este modelo de PCS es modular y se instala en un contenedor de protección, reduciendo costes de instalación y facilitando labores de O&M. Además, se equipa con protecciones avanzadas.

Tabla 10. Características del PCS

EFICIENCIA	
Eficiencia máxima	99%
SALIDA	
Potencia	250 kW
Tensión de salida nominal	690 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Ajuste factor de potencia	-1〜+1
Distorsión armónica	<3%
PROTECCIONES	
Protección CC	Interruptor motorizado
Protección CA	MCB external armario de BT
COMUNICACIONES	
Display	Indicador LED
Protocolo	Modbus TCP, RTU
GENERAL	
Dimensiones (WxHxD)	795 x 915 x 294 mm
Peso	≤ 100 kg

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Rango de temperatura de operación	-40ºC a 60ºC
Máxima altitud de operación	4000 m
Nivel de ruido	75 dB

El convertidor podrá funcionar en dos modos diferenciados:

- Modo conectado: cuando la red esté presente, ésta marcará las referencias de tensión y frecuencia, el convertidor deberá funcionar en modo PQ, esto es capaz de proporcionar una salida de P y de Q bajo consigna del sistema de control supervisor de la instalación.

- Modo aislado: ante una falta en la red y tras el proceso de desconexión, el convertidor deberá funcionar como una fuente de tensión creando la red en isla de la que se alimentarán las cargas conectadas aguas abajo del punto de desconexión.

La calidad de la energía del inversor a la red cumplirá con los requisitos armónicos indicados en IEC61400-21 y IEC61000-4-7.

8.3.4 ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN

La estación de transformación constará de los PCS, el transformador de potencia, las celdas de media tensión y el transformador de SS.AA. integrados en el interior de un contenedor de 40 pies.

8.3.4.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Los transformadores de potencia serán de tres fases, de tipo exterior, refrigeración ONAN.

Tabla 11. Características del Transformador de Potencia

TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
Refrigeración	ONAN
Potencia nominal	6250 kVA
Tensión de salida	30 kV
Tensión de entrada	0,69 kV
Frecuencia / nº de fases	50 Hz / 3
Grupo vectorial	Dy11y11

8.3.4.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas de media tensión incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección en 30kV, así como un dispositivo de detección de voltaje que deberá mostrar la presencia o ausencia

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

de voltaje de las tres fases de la red de MT. Habrá celdas de protección del transformador con interruptor, celdas de línea con interruptor o seccionador en carga, y de remonte de ser necesario.

Tabla 12. Características celdas media tensión

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo	170 kV
Corriente admisible asignada de corta duración	20 kA
Corriente asignada en servicio continuo del embarrado	630 A
Frecuencia	50 Hz

8.3.5 CUADRO DE PROTECCIÓN Y ALIMENTACIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Para la distribución de corriente alterna a 690V/400V 50 Hz del contenedor se suministrarán cuadros generales de baja tensión, grado de protección IP54, incluyendo armario de protección, interruptores automáticos, transformadores de intensidad, magnetotérmicos, relés de mínima tensión, medidores de parámetros eléctricos, etc.

Los cuadros serán con la aparamenta montada en placa de montaje y cumplirán con las partes aplicables de las normas IEC 61439.

El embarrado de los armarios se soportará con aisladores, protegido para evitar contactos involuntarios con las partes en tensión. La conexión entre el embarrado y los interruptores se realizará con cable o pletinas aisladas.

Los interruptores generales serán del tipo de caja moldeada con protección magnetotérmica ajustable y contactos auxiliares de posición abierto, cerrado y disparado. Los interruptores del tipo de caja moldeada se podrán montar en la parte frontal de los armarios, los cuales dispondrán de una puerta con perforaciones que permita una fácil operación sin necesidad de abrir la puerta.

Para alimentar los servicios auxiliares serán necesarios transformadores de servicios auxiliares 690/400-230 V

8.3.6 SISTEMAS AUXILIARES

Es el conjunto de sistemas encargado de mantener la seguridad y el rendimiento del sistema de baterías. Se compone, al menos, de los siguientes elementos:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sistema de climatización/refrigeración HVAC. Sistema para mantener la temperatura de la batería dentro del rango requerido por el proveedor de la batería para cumplir con la garantía en términos de rendimiento y seguridad.

- PCI: sistema de detección y extinción de incendios. Los fabricantes recomiendan varios agentes extintores.

- Sistema de escape de gases, antiexplosión. Previene la formación de atmósferas explosivas en el interior de los sistemas de baterías.

- SAI: sistema de respaldo para abastecer las cargas esenciales del sistema de baterías en caso de ausencia de red o para realizar un apagado seguro. Normalmente alimentará al sistema de control, es decir, a todas las tarjetas BMS y en caso de disponer de ellos, al sistema de refrigeración interna de los racks de baterías, esto es, los ventiladores de los racks.

8.3.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica de baja tensión consta básicamente de:

- Conexión entre los contenedores de baterías y los PCS (corriente continua).

- Conexión entre los PCS y el devanado de BT del transformador de potencia (corriente alterna).

- Circuitos de alimentación de los transformadores de servicios auxiliares de cada contenedor de baterías.

La red de media tensión (MT) en corriente alterna (CA) es de 30 kV y conecta las estaciones de transformación con las celdas de la subestación/centro de seccionamiento. El cable será de un solo núcleo de 18/30 kV de aluminio, con capa semiconductora extruida, aislamiento XLPE, pantalla de cinta de cobre y lecho extrudido de poliolefina termoplástica e irán directamente enterrados en zanjas.

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación eléctrica, se tiene en consideración los criterios de intensidad máxima admisible, caída de tensión máxima y cortocircuito.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de manera que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

8.3.8 PUESTA A TIERRA

Se instalará una red de tierras enterrada para proteger las instalaciones. El diseño de ésta debe considerar que el sistema tenga las características apropiadas para despejar las corrientes de faltas esperadas, de forma que se obtengan niveles seguros de potencial de paso y contacto. Esta red de tierras se conectará con la existente en el Proyecto, formando un electrodo equipotencial.

El conductor principal de malla será de cobre electrolítico según EN 60228. Todas las conexiones de la red subterránea se realizarán mediante soldadura aluminotérmica (tipo Cadwell). Se instalarán también picas de puesta a tierra metálicas de cobre. Se pondrán a tierra todas las partes metálicas de la instalación.

8.3.9 PROTECCIONES

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema BESS y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

El sistema BESS deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de baja tensión en corriente continua serán dimensionados para soportar, al menos, el 125% de la corriente prevista.
- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los PCS dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva.

- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.

- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

8.4 OBRA CIVIL

La obra civil del proyecto se diseña de tal manera que minimice el impacto en el entorno y mantenga lo máximo posible las condiciones iniciales del terreno. Se considera la limpieza de la zona de ubicación del sistema BESS gestionando adecuadamente los residuos y el desbroce de zonas. El movimiento de tierras será el mínimo necesario para la correcta instalación de todos los componentes. Los viales internos serán del ancho suficiente para permitir el acceso a todas las instalaciones.

El sistema de drenaje y control de erosión garantizará la correcta evacuación de las aguas pluviales de escorrentía. Los drenajes deben proteger el paquete de firmes de los viales internos, evitar la entrada de agua en cualquier edificio o componente eléctrico, así como evitar la erosión del terreno y la acumulación de sedimentos o de agua.

Las cimentaciones de los contenedores de baterías y estaciones de transformación serán en hormigón.

El tendido de cable, tanto de baja tensión como de media tensión, se realizará mediante zanjas, que serán excavadas mediante medios mecánicos y sus dimensiones y detalles constructivos cumplirán con la normativa vigente de aplicación.

8.4.1 CÁLCULO DEL VIAL DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS

Se toma como referencia el manual de diseño “Caminos Naturales. Manual de aspectos constructivos. 6. Normalización de aspectos constructivos” y su apartado 6.3. Explanadas, firmes y pavimentos.

El vial que se calcula en este manual, salvo raras excepciones, se clasifican como de baja intensidad de tráfico (B.I.T.), por tener una circulación media diaria inferior a 500 vehículos.

Según la mencionada instrucción, se clasifica el vial de acceso como clase A al presentar durante la fase de operación y mantenimiento una IMD de vehículos pesados inferior a 15 (suponiendo vehículos con una carga útil superior a 1,5 toneladas).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En la fase de construcción tampoco se estiman intensidades superiores a los 15 vehículos pesados diarios. De todos modos, se prevé la opción de acondicionar el vial nuevo una vez terminada la construcción de la zona de almacenamiento de baterías.

Tabla 13. Clasificación de Intensidad de Tráfico Ábaco Peltier.

CLASE	I.M.D.
A	0-15
B	15-45
C	45-150
D	150-450

Esta clasificación proporciona la curva de referencia a considerar que, junto con el valor del índice CBR, proporcionará el espesor del firme. Se recomienda comprobar la coherencia del espesor del firme así calculado, con otro método, mediante la utilización de los valores de la norma 6.1 I-C "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras, aprobada por orden FOM 3460/2003, de 28 de noviembre.

En este caso, las categorías de tráfico según dicha Norma, atendiendo a la intensidad media diaria de vehículos pesados (en este caso, carga útil superior a 3 t), se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Clasificación de Intensidad de Tráfico Norma 6.1.I.C de firmes. Fuente: Norma 6.1.I.C de Firmes.

Categoría	I.M.Dp.
T0	>=2.000
T1	2.000>IMDp>=800
T2	800>=IMDp>200
T3	200>IMDp>=50
T41	50>IMDp>=25
T42	IMDp<25

La categoría escogida en este caso es la T42, pues se considera una IMD inferior a 25 vehículos pesados al día.

Por otro lado, para referirse a la Instrucción 6.1.I.C, es necesario establecer el tipo de explanada, (E1, E2, E3), según el índice CBR. En este caso, y por requerimientos mínimos por no conocer las características del terreno, la explanada se considerará del tipo E1 (CBR=5) que sería la más baja permisible (se recomienda realizar un ensayo de CBR en la zona).

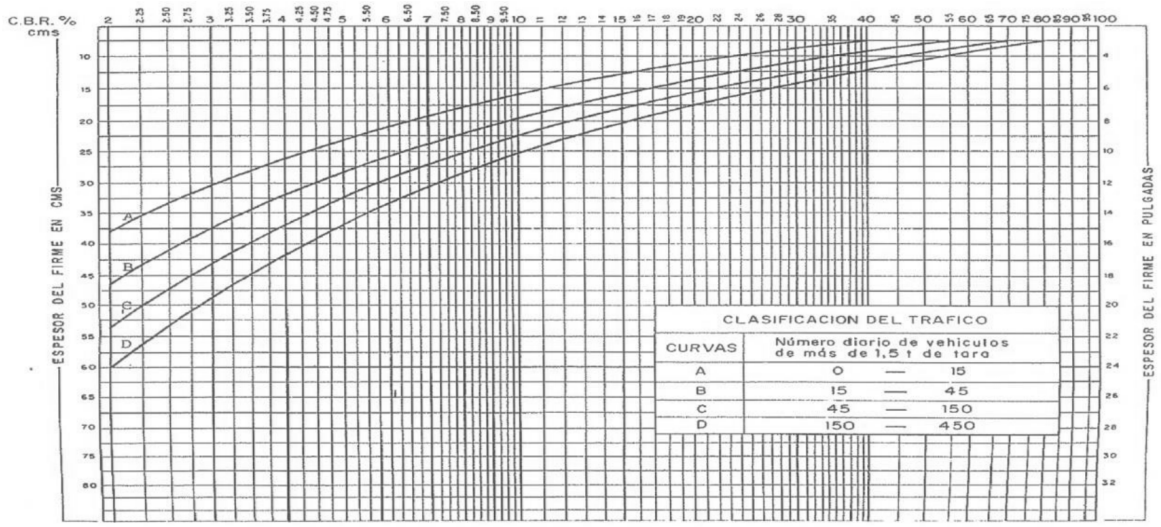
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 15. Tipo de explanación según C.B.R. Fuente: Guía de diseño de vías ciclables de la Región de Murcia. 2011.

TIPO DE EXPLANADA SEGÚN C.B.R.	
E1	5≤C.B.R<10
E2	10≤C.B.R.<20
E3	C.B.R.≥20

Una vez obtenido el valor CBR, y con el valor de Intensidad Media de Tráfico (basado en vehículo pesado equivalente a 1,5 toneladas), se han de utilizar dichos valores para la obtención del espesor de la capa de firme empleando el ábaco siguiente. Se empleará la curva A para el dimensionamiento del espesor:

Figura: Determinación del espesor de firmesflexibles en relación con el C.B.R. de la explanación y con la intensidad del tráfico referida a los vehículos de tránsito. Fuente: Ábaco de Peltier. Prontuario Forestal.



Se obtiene un espesor necesario de firme teórico de 20 cm.

Conociendo el tipo de material que va a constituir el firme, se está en disposición de calcular el espesor real, pues no todos los firmes tienen idéntica calidad, y ha de tenerse en cuenta la calidad de cada material para adoptar el espesor real. En la siguiente tabla se muestran algunos coeficientes de calidad a utilizar (coeficiente por el que se divide el espesor teórico para alcanzar el espesor real).

En este caso se opta por utilizar una zahorra ZA-20 con el siguiente coeficiente de calidad:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 16. Coeficiente de calidad según tipo de material. Fuentes: Caminos rurales proyecto y construcción.

TIPO DE MATERIAL	COEFICIENTE DE CALIDAD
CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA EN FRÍO	1,70
GRAVA-CEMENTO	1,50
MACADAM	1,20
ESTABILIZACIÓN A 1"	1,00
ZAHORRA ARTIFICIAL ZA-0/20	1,00
SUELO-CEMENTO	1,00
ZAHORRA ARTIFICIAL ZA-0/32	0,90
ESTABILIZACIÓN A 1 ½"	0,90
ESTABILIZACIÓN A 2"	0,90
ZAHORRAS NATURALES	0,80
SUELO-CAL	0,70

De este modo, se obtiene un espesor necesario real del firme de 20 cm. Este espesor de capa de firme podría reducirse en caso de obtener un resultado más satisfactorio en el ensayo del CBR en la zona.

A continuación, se muestran los requisitos que debe cumplir la zahorra ZA-20:

Tabla 17. Husos granulométricos de las zahorras. Fuente: Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes.

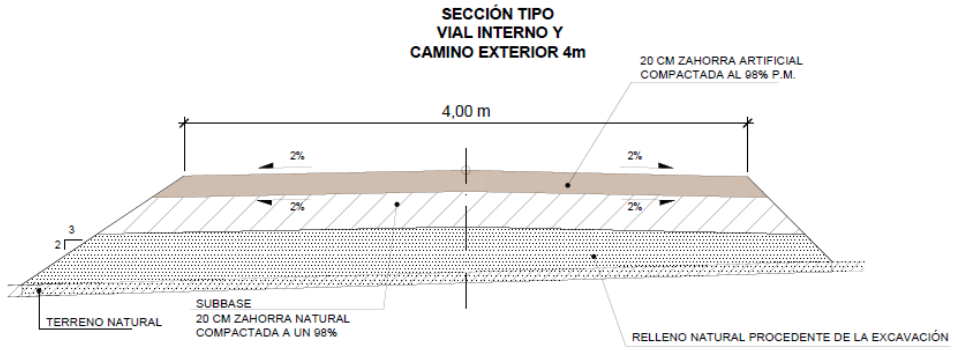
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063
ZA 0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA 0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 18. Características de los áridos para capas de rodadura.

CARACTERÍSTICAS	NORMA UNE	ZAHORRA	RECEBO
Angulosidad. Elementos con 2 o más caras de fractura	EN 933-5	> 50	
Forma. Índice de lajas	EN 933-3	< 35	
Resistencia a la fragmentación. Desgaste Los Ángeles	EN 1097-2	<35	
Calidad del árido fino. Equivalente de arena	EN 933-8	> 25	> 35
Límite líquido	EN UNE 103103	< 35	
Índice de plasticidad	103103-103104	≥ 4 y ≤ 9	NP

De este modo, la sección tipo del vial que habrá en el proyecto quedará de la siguiente manera:



8.4.2 CERRAMIENTO

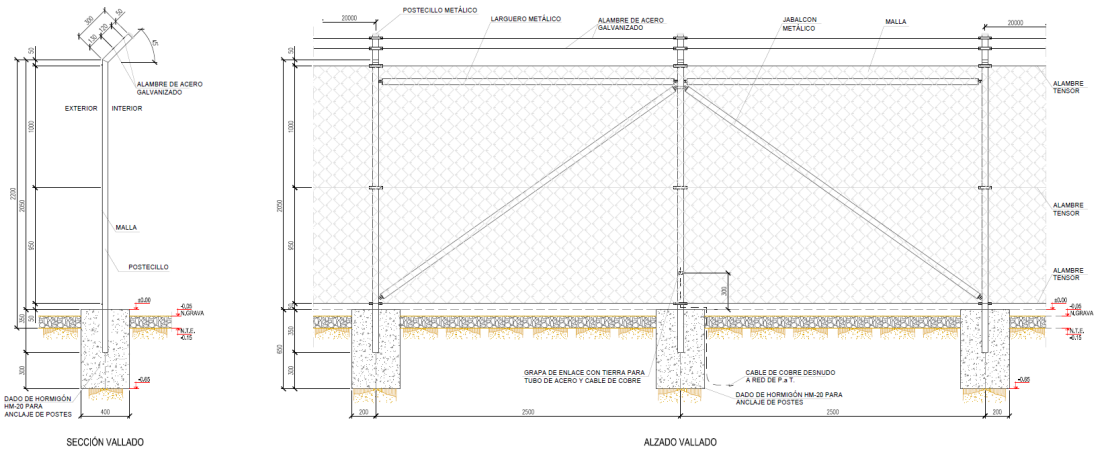
Se realizará un vallado perimetral común para el conjunto de instalación. En el recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones.

El vallado tendrá las siguientes características:

- Altura de 2 metros.
- Pilares en T de 60x60x6mm de 2,8 metros de alturas con dos riostras cada 100 o cambios de dirección, hincados 80 cm en el terreno.
- Malla de alambre de acero galvanizado en caliente que rodea el perímetro.
- Sujetado por postes metálicos, perfiles en L (40x40x4mm de 2,6m de altura) intercalados con postes perfil en T.
- En caso de que el terreno sea incoherente, este se cimentará.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Detalles del vallado se muestra en las siguientes imágenes:



El acceso se señalizará debidamente de forma que se advierta en todo momento de los riesgos existentes a todos los que trabajan o circulan por la obra. En dicho acceso, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Se deberá colocar, como mínimo, la siguiente señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Peligro, salida de camiones

No se permitirá la entrada en la obra a visitantes o personas ajenas, salvo que estén debidamente autorizados o vayan acompañados de una persona competente y lleven un equipo de protección adecuado.

8.4.3 SISTEMA DE DRENAJE

La explanación del terreno generada para la infraestructura de la implantación del sistema BESS con todas sus unidades de servicios, deben ser protegidas y mantenidas en las condiciones de diseño originales, dotándola de una red de drenaje superficial por gravedad que sea capaz de captar y conducir al exterior del recinto las aguas procedentes de las lluvias o del subsuelo para proteger contra la humedad a los edificios, viales, cimentaciones, obras de contención de tierras,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

depósitos de agua o aceite, etc. la red de drenaje es asimismo esencial para mantener las condiciones de compactación del terreno.

Se establece un sistema de drenaje con el objetivo de recoger y desviar los flujos de aguas pluviales o del subsuelo que puedan llegar a las infraestructuras de la subestación, de manera que garantice la seguridad y nivel de servicio del sistema BESS.

La finalidad perseguida con los elementos que forman parte del drenaje es principalmente la recogida de las aguas pluviales y su posterior evacuación a cauces naturales o a redes de saneamiento. Además de ello, los elementos dispuestos como drenaje longitudinal cumplirán la función de recoger el agua de escorrentía procedente de las cuencas externas que afecten a la sección mencionada.

8.4.4 CANALIZACIONES

Las zanjas para los cables de potencia, control y telecomunicaciones se construirán con relleno filtrante, constituyendo un sistema de drenaje que elimine cualquier tipo de filtración y conserve las zanjas libres de agua. Las características de estas canalizaciones se recogen en la norma vigente.

El trazado de las canalizaciones seguirá criterios de independencia en lo referente a los recorridos de los cables de potencia, control y telecomunicaciones en aras de reducir los efectos que al resto de la instalación puedan producir incidentes en los cables de potencia.

Las zanjas de cables situadas tanto en zona de acceso de vehículos como en los cruzamientos con viales serán reforzadas con hormigón y ejecutadas in situ.

8.4.5 CIMENTACIONES

Para la determinación de esfuerzos, dimensionado de secciones de los diferentes elementos, comprobación de armaduras, etc., se aplican las siguientes Instrucciones y Normas vigentes de obligado cumplimiento:

- CTE DB-SE Acciones en la Edificación.
- NCSE 02 Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación
- EAE-11 Instrucción de Acero Estructural
- CTE DB-SE Acero
- Código Estructural

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- CTE DB-SE Cimentaciones

8.4.6 CAMINOS DE ACCESO

Respecto al acceso se tendrán en cuenta las pendientes y radios de curvatura adecuados para permitir la circulación de los transportes pesados de equipos y materiales.

Se construirán los viales interiores necesarios para permitir el acceso de los vehículos de transporte y mantenimiento requeridos para el montaje y conservación de los elementos de la instalación.

Los caminos de acceso se pueden ver de forma detallada en el documento.

8.5 SISTEMA CONTRA INCENDIO

A continuación, resumimos la dotación requerida para proteger los contenedores de baterías, y que éstas no se vean afectadas por un fuego de algún componente externo dentro del contenedor y en caso de ocurrir, realizar su extinción a la mayor brevedad posible, evitando cualquier daño a los equipos próximos a la instalación.

8.5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En los sistemas de almacenamiento se instalarán principalmente los siguientes sistemas para protección contra el fuego;

- Sistema de detección y alarma.
- Sistema de extinción mediante agente gaseoso.
- Sistemas de escape antiexplosión.
- Sistema de rociadores de agua.

    - VENTILACIÓN Y PROTECCIÓN PASIVA

Con el fin de evitar la acumulación de gases que pueden ser desprendidos por las baterías debido a su química, y que se produzca atmosferas tóxicas o explosivas (según indica la NFPA), se instalará un sistema de ventilación y de protección pasiva acorde al riesgo considerado.

La ventilación será o natural o forzada, en función del tipo de instalación de baterías, para el caso de baterías en contendor la ventilación será forzada e incluirá los sistemas pasivos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Si ocurre un evento térmico dentro del contenedor, una ventilación de alivio de presión permite que el aire y los gases escapen para mantener una diferencia de presión entre el interior y el exterior del contenedor.

Si se produce un aumento repentino de la presión, de modo que la ventilación de alivio de presión no pueda mitigarse, hay paneles de alivio de presión instalados en el techo del contenedor que están diseñados para limitar la presión dentro del contenedor a un nivel que garantice que se mantenga la integridad estructural, en caso de que se enciendan los gases de combustión liberados generados durante un evento térmico.

En el diseño del sistema de protección pasiva, los sectores y la compartimentación se incluirán de acuerdo con la NFPA y las normas aplicables.

- SISTEMAS ACTIVOS

Los sistemas activos que se instalaran principalmente son;

- Detección y aspiración de gases
- Extinción con gas inerte.
- Extinción con agua.

El sistema de protección frente al fuego será controlado mediante una unidad de control que recibirá las señales de los diferentes sensores y activará el sistema de extinción con gas inerte o agua de forma automática en caso necesario. Así mismo, estas señales serán enviadas al centro de control de seguridad corporativa, que tendrá en todo momento información en tiempo real del estado de cada una de las instalaciones.

Los equipos portátiles de extinción se instalarán en todos los sectores con riesgo de incendio y cumplirán con los estándares y normativas locales y nacionales.

8.5.2 SISTEMA DE DETECCIÓN

- Instalación de una central en cada uno de los contenedores, integrará en CRA (Central receptora de alarmas).
- Instalación de un cuadro/caja para la ubicación de los relés requeridos.
- Dos zonas de detección (detectores ópticos de humos), con cobertura reducida al 50% por gestionar una extinción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Pulsadores de disparo instalados en el acceso al contenido.
- Pulsadores de paro instalados en el interior del contenedor.
- Sirena interior

8.5.3 SISTEMA DE EXTINCIÓN

Se plantea un sistema de extinción automático en base a NFPA 855.

El diseño final tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Puesto que en el proceso de combustión de la batería se genera oxígeno, el sistema de extinción local para protegerlas debe descargar en el interior de los módulos/celdas que permitan contener el agente extintor (polvo). Los fuegos posibles son metálicos y químicos, por tanto, proponemos un Fire Trace cargado por polvo tipo D. Asimismo, se recogerán las señales del sistema (presión, flujo y válvula de corte).

- Por último, se presta mucha importancia al confinamiento del incendio (dar por perdido el módulo afectado, pero evitar que se propague al resto de la instalación). La NFPA 855 indica que el habitáculo ha de tener una resistencia a fuego de al menos 1 hora. Se incluirá pasivado interior de la pared del contenedor enfrentada al contiguo.

- Se dotará cada recinto con un mínimo de un extintor de polvo. Como refuerzo de los mismos y para sofocar conatos de incendio donde la proyección del polvo pueda ser perjudicial para los equipos e instrumentación, junto al extintor de polvo se instalará un extintor de CO2 de 5 kg.

8.5.4 LÓGICA DE CONTROL

Control de la alarma de incendio:

- Los detectores de humo y temperatura son instalados y conectados a las alarmas de luz y sonido mediante el módulo de entrada y salida de señal.

- Cuando la sensibilidad del humo sobrepasa los 2,5%/m o el aumento de la temperatura es mayor a 10ºC por minuto, el sistema considera un riesgo de incendio y activa el sistema de alarma local con luz y sonido. A su vez reporta al sistema DMS para un aviso remoto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Si alguna persona encuentra algún riesgo de incendio, presiona el activador manual para activar la alarma.

- Cuando hay una alarma de incendio, una revisión visual es requerida y la alarma de incendio puede ser recuperada manualmente luego de confirmar que el riesgo de incendio ha terminado.

8.6 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) y el sistema de control de la planta. El sistema SCADA de control y monitorización permite la supervisión y control en tiempo real de la planta; la monitorización de los parámetros de los diferentes componentes de la planta; el registro de las estaciones meteorológicas y de datos históricos; y la notificación de alarmas, faltas, eventos y disparos.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario, tanto desde la ubicación del Proyecto como mediante un acceso remoto (i.e. a través de internet). Para ellos usará el Protocolo IEC-60870-5-104 (u otro similar dependiendo de los requerimientos).

8.7 SISTEMA DE CONTROL COORDINADO DE INSTALACIÓN HÍBRIDA

8.7.1 POWER PLANT CONTROLER (PPC) Y ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS)

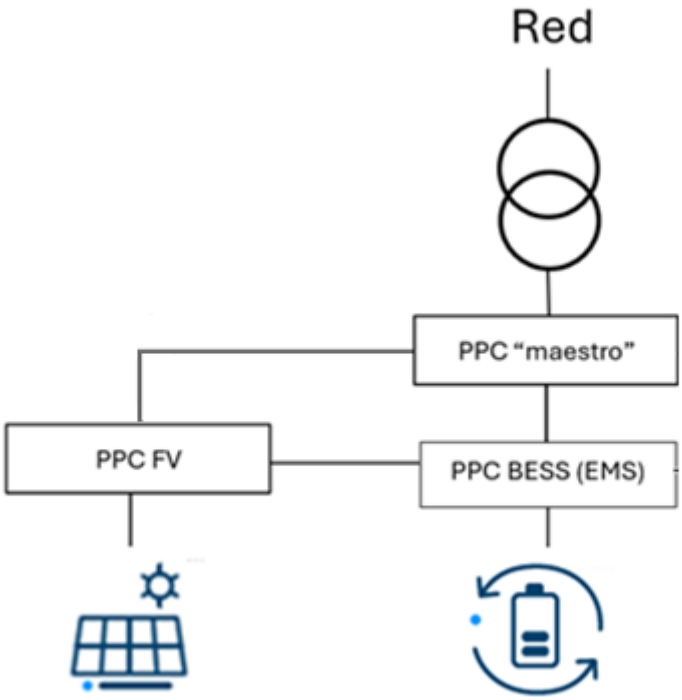
Los sistemas de generación fotovoltaico y el almacenamiento (BESS) contarán con su propio controlador o PPC (Power Plant Controller), cada controlador actuará directamente sobre el control y la gestión de cada tecnología hibridada, uno para la planta fotovoltaica y otro para el sistema de almacenamiento. A su vez, estos 2 PPC individuales estarán comunicados y coordinados con el PCC “maestro”, el cual recopilará toda la información de las instalaciones y enviará las consignas de control y gestión a los PPC de cada tecnología.

El PPC “maestro” controlará la generación/consumo energético de las diferentes tecnologías, evitando que en ningún caso se supere la capacidad de acceso de la instalación conjunta hibridada, enviando las pertinentes consignas de generación o vertido a los distintos PPC, tanto de generación como de almacenamiento (BESS), concretamente:

- En el caso de la planta fotovoltaica, si el PPC “maestro” indica reducir potencia de generación al PPC FV, este último enviara consigna a los inversores para que reduzcan la generación de energía eléctrica.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En el caso del sistema de almacenamiento, si el PPC "maestro" indica reducir potencia de generación al PPC BESS, este último enviara consigna a los inversores para reducir o parar la descarga de las baterías.



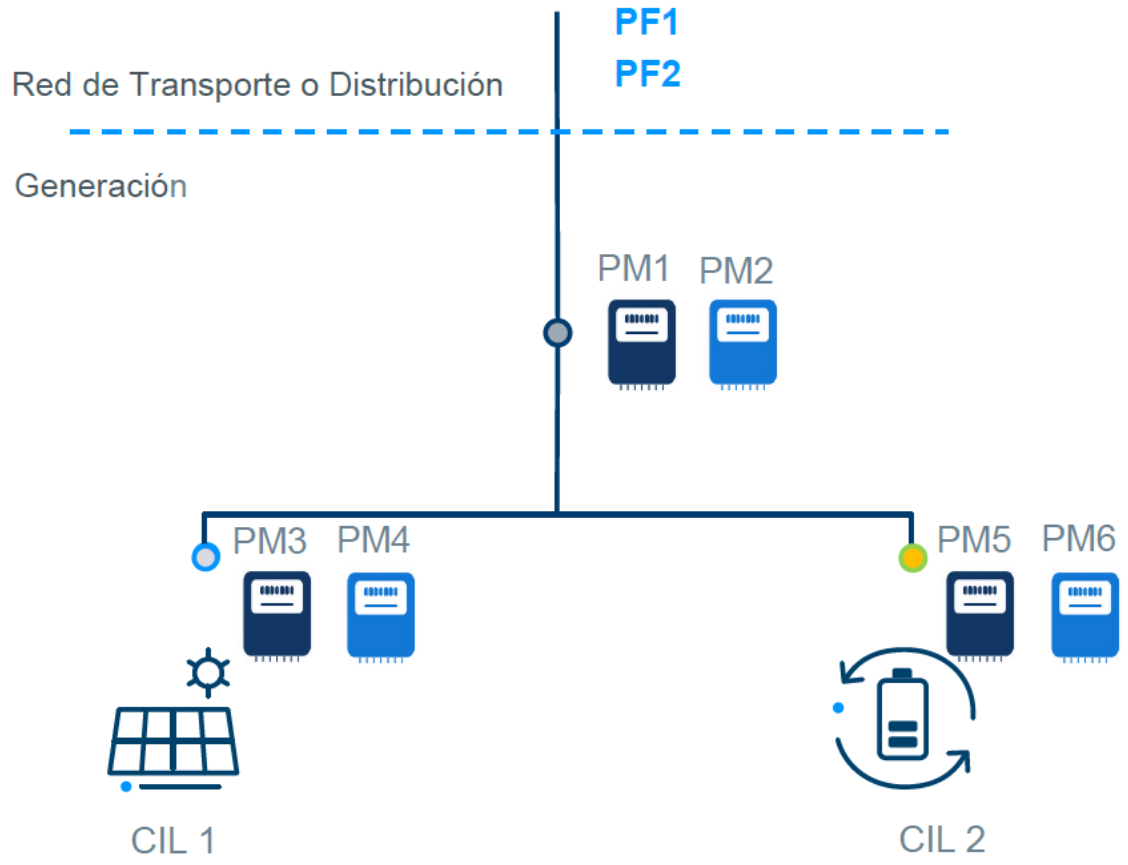
La principal ventaja de la hibridación de la tecnología de generación con el almacenamiento es, que son complementarias durante el tiempo de operación. El rango de operación de la FV es mayor en verano y durante el día, en esos momentos (y en todos aquellos que por producción o capacidad de red sea viable), se utilizaría el excedente de generación en la carga del sistema de almacenamiento, completando de esta manera la sinergia energética de las tecnologías hibridadas. Además, el sistema de almacenamiento aporta las bondades intrínsecas a esta tecnología gestionable referentes al control del vertido de energía, dotando al sistema de estabilidad de red, respuesta rápida y desplazamiento de la curva de generación entre otras.

8.7.2 CONFIGURACIÓN DE MEDIDA PARA INSTALACIONES CON HIBRIDACIÓN DE TECNOLOGÍA Y ALMACENAMIENTO

La normativa del gestor de red establece qué, para verificar que la generación de las tecnologías no supere la capacidad de conexión, se instale un punto de medida principal y, si aplica, uno redundante (o comprobante) en el punto de conexión con la red (PM1 y, si aplica, PM2), y otro en cada módulo de generación y almacenamiento (para el módulo de generación 1, PM3 y, si

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

aplica, PM4, y para el módulo de almacenamiento, PM5 y, si aplica, PM6) según se puede observar en el siguiente esquema:



8.8 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

El sistema protección de descargas atmosféricas de la instalación estará compuesto por estructuras metálicas y puntas Franklin.

El estudio detallado del sistema de protección contra descargas atmosféricas de la instalación se realizará en la fase de ingeniería de detalle, mediante un software adecuado, basado de un estudio de sobretensiones tipo rayo, maniobra y temporal. Con el objeto de poder analizar y establecer las medidas de protección a instalar acorde a la norma IEC 62305, que describe el proceso para evaluar el riesgo y el impacto que tienen las distintas decisiones para mitigarlo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8.9 SISTEMA DE VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN

El sistema de ventilación y refrigeración del contendor es un sistema de manejo térmico o HVAC, compuesto por un sistema de refrigeración con las certificaciones CE. Este sistema es alimentado externamente y controlado por sensores de temperatura dentro de cada contenedor de baterías.

8.10 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Los equipos cumplen con la normativa referente a armónicos y compatibilidad electromagnética cumpliendo con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (art. 16).

8.11 MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

La subestación posee un sistema de medición que no se verá afectado, sin embargo, existiendo la necesidad de realizar la medición del sistema de almacenamiento y de los circuitos provenientes de las plantas fotovoltaicas, por un lado, se medirá la energía total que llega por la planta FV y por otro, la energía intercambiada por las baterías. En ambos casos, la medida se realizará en las celdas implantadas en el edificio de celdas de la subestación.

Para la medida de la energía generada por las baterías y para poder alimentar al PPC del sistema, se instalará un toroidal en barras de 1200/5-5 A de clase y precisión 0,2s 10 VA.

Para medir la energía intercambiada por la BESS, del transformador de intensidad se utilizará el devanado de medida de clase y precisión 0,2s 10 VA existente en la celda de reserva del transformador, que se utilizará como celda de línea de la BESS. Los otros dos devanados existentes del transformador se reemplazarán por dos transformadores de intensidad de clase y precisión 0,5-5P20 10VA.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS HABILITADORAS PARA LA INTEGRACIÓN DE RENOVABLES

En este apartado se aportan los valores de características técnicas habilitadoras para la integración de energías renovables.

Características técnicas habilitadoras para la integración de renovables		
1	Capacidad del almacenamiento (h)	2 ≤ t < 4
2	Eficiencia del ciclo completo de carga y descarga	Ef.>80%
3	Inercia	APE
4	Contribución a la fortaleza del sistema	APE: SCR ≤ 1.5
5	Regulación primaria (MRPF) / MRPFL-O/U/ regulación primaria rápida	APE con emulación inercia: t1 ≤ 300 ms; t2 ≤ 1 s
6	Capacidad de reactiva (curva P-Q y curva U-Q) (MVAr)	±40%≤Q
7	Amortiguamiento de oscilaciones (PSS/POD)	APE POD-P y POD-Q
8	Capacidad de soportar huecos de tensión y sobretensiones	V=0 pu t>500ms y V≥1.25 pu t>50ms
9	Capacidad de participar en el mercado de regulación secundaria (AFRR)	<4 s y T≤5 min
10	Capacidad de gestión de las rampas	Control continuo
11	Velocidad máxima de carga/descarga (MW/min)	v >3,5
12	Velocidad de conmutación (carga/descarga) (s)	t≤15
13	Gestión de la modificación al programa de carga/descarga	Gestión continua sin mínimo técnico
14	Capacidad de respuesta ante contingencias de la RDT	t ≤ 3 s y 3 s < t ≤ 15 min
15	Black start	Capacidad de energizar la red y alimentar demanda cuando se disponga de energía almacenada suficiente. Capacidad de energizar parte de la red solo con exportación MVAr. Tiempo de mantenimiento del servicio <4horas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1. Capacidad del almacenamiento

La capacidad de almacenamiento de energía (medida en MWH/MW) se refiere al tiempo durante el cual el almacenamiento es capaz de proveer al sistema de manera sostenida su capacidad máxima.

2. Eficiencia del ciclo completo de carga y descarga

La eficiencia del ciclo de almacenamiento de energía debe evaluarse para un ciclo completo de toma y entrega de energía en el punto de conexión a la red manteniendo entre el final del proceso de carga y el inicio del proceso de descarga la energía almacenada durante un periodo de 24 horas. Se deben tener en cuenta adicionalmente las pérdidas del propio sistema de almacenamiento, las pérdidas asociadas a otros elementos que formen parte de la instalación, etc.

Considerando las pérdidas en transformadores (1.5% aprox.) y cableado (0.2% aprox.), la eficiencia en el lado de media tensión del transformador puede ser mayor o igual a 83.5%.

3. Inercia

Se diferencia entre la inercia provista por almacenamiento conectado a la red utilizando máquinas síncronas (AS) o mediante inversores de electrónica de potencia (APE).

La solución escogida es mediante inversores de electrónica de potencia (APE). Esto es un requerimiento funcional y no requiere de justificación de datos.

4. Contribución a la fortaleza del sistema: provisión de potencia de cortocircuito trifásica efectiva (Scc) y niveles mínimos de Scc requeridos.

Una medida de la fortaleza del sistema es evaluar la potencia de cortocircuito trifásica efectiva (Scc). Dado que la solución escogida es tecnología APE, se mide el SCR, que puede alcanzar un valor SCR<1.2.

5. Regulación primaria (MRPF) / MRPFL-O/U/ regulación primaria rápida

Este criterio se evalúa en función de la velocidad de respuesta de activación y/o provisión de esta regulación medida a través de los tiempos t1 y t2.

Esta función se implementa principalmente por un sistema de gestión energética (EMS) de un tercero. No obstante, el tiempo de ajuste de potencia de un simple convertidor bidireccional es de 100 ms aprox.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6. Capacidad de reactiva (curva P-Q y curva U-Q)

Este criterio se evalúa en función de las capacidades de reactiva que el almacenamiento puede proveer, a mínimo técnico (MT) y a capacidad máxima (Pmax) en el punto de conexión. Siendo la Q la potencia reactiva, en %, sobre la potencia máxima nominal.

El número de convertidores bidireccionales se calcula para asegurar cumplimiento de factor de potencia 0.9284 (40% Q/P) en el punto de conexión a temperatura de diseño.

7. Amortiguamiento de oscilaciones (PSS/POD)

Para mitigar el riesgo de aparición o el poco amortiguamiento de estas oscilaciones se dota a las excitatrices de las máquinas síncronas de sistemas de estabilización o de controles para el amortiguamiento de las oscilaciones.

Estas funciones se deben llevar a cabo por el PPC (Power Plant Controller). Se usará un PPC/EMS compatible con los equipos seleccionados.

8. Capacidad de soportar huecos de tensión y sobretensiones

Este criterio se evalúa en función del tiempo en el que el almacenamiento es capaz de permanecer sin desconexión en situaciones de huecos de tensión y sobretensiones, por encima de los valores mínimos requeridos según la normativa vigente.

Los equipos propuestos soportan tanto huecos de tensión como sobretensiones, en las magnitudes indicadas y durante los intervalos indicados.

9. Capacidad de participar en el mercado de regulación secundaria (AFRR)

Este criterio se evalúa en función de la capacidad de disponer de un control que responda a una consigna de variación de potencia, con un tiempo máximo de activación de 5 minutos.

Este requerimiento se consigue con todo el sistema y por tanto con un PPC/EMS compatible.

10. Capacidad de gestión de las rampas

Este criterio se evalúa en función de la capacidad de disponer de un control de limitación de rampas.

En el caso de que el almacenamiento no tuviese capacidad técnica para implementar la limitación de rampa con un control continuo, se permitirá cumplimentar este requisito mediante escalones de tiempo discreto de hasta 15 minutos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para los equipos seleccionados, el sistema de control continuo puede realizar control suave continuo desde carga a descarga.

11. Velocidad máxima de carga/descarga

La velocidad máxima de carga/descarga representa los MW/min que el almacenamiento puede alcanzar en su funcionamiento.

Los sistemas electrónicos de carga y descarga de las baterías son del orden de ms, muy superiores en valor a lo requerido en este criterio.

12. Velocidad de conmutación (carga/descarga)

La velocidad de conmutación entre el ciclo de carga y ciclo de descarga se evalúa en términos de tiempo mínimo que requiere el almacenamiento para pasar del modo carga (consumo de potencia) al modo descarga (inyección de potencia) o viceversa.

El tiempo de velocidad de conmutación para los equipos es inferior a 100 ms.

13. Gestión de la modificación al programa de carga/descarga

Capacidad del almacenamiento para gestionar las modificaciones de su programa de carga/descarga. Se distingue la capacidad de gestión teniendo en cuenta si el almacenamiento dispone o no de un mínimo técnico.

Las baterías no disponen de un mínimo técnico de operación y son capaces de tomar o proporcionar energía con la única limitación de la potencia que son capaces de proporcionar. Es decir, no se gobiernan con escalones de carga, por tanto, gestión continua sin mínimo técnico.

14. Capacidad de respuesta ante contingencias de la RDT

Capacidad del almacenamiento para recibir y cumplir consignas de carga o descarga ante contingencias de la RdT que previamente habrá definido y activado el OS.

Esta función se gestiona por un PPC/EMS compatible que cumpla con lo estipulado por el PO 7.2. para la participación en mercados secundarios. Esto implica que el sistema sea capaz de comunicar con el OS en tiempo real y poder gestionar consignas que éste desee proporcionar.

15. Black start

Se valora que la tecnología sea capaz de proveer servicios de reposición del sistema.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El sistema será capaz de proveer una señal de frecuencia, fase y tensión, esto es, un rearme de red en caso de fallo del sistema. Es capaz también de energizar parte de una red con energía reactiva. Dada la capacidad de almacenamiento, el sistema sólo sería capaz de mantener el servicio durante 4h.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 CONEXIÓN A SUBESTACIÓN

Para realizar la conexión a la red de evacuación de la energía almacenada en el sistema de almacenamiento hasta el punto de conexión a la red de transporte, se conectará a la subestación de la planta SE Pisón 30/66 kV. Desde ahí, se conecta con la Subestación Transformadora SE Toro Renovables 30/66/132/400 kV mediante línea de 66 kV, donde se eleva la tensión a 400 kV para entrar en la red de alta tensión que le llevará mediante una línea de 400 kV hasta la Subestación de REE Valdecarretas 400 kV donde se conecta en la red de transporte.

Para realizar dicha conexión se instalarán celdas de 30 kV en la sala de celdas de la subestación, las cuales realizarán la interconexión de los diferentes circuitos provenientes del sistema de almacenamiento y su posterior conexión al transformador de potencia 30/66 kV de la Subestación El Pisón donde, junto con la energía generada por la planta fotovoltaica, se elevará la tensión y se procederá a la evacuación de la energía de forma conjunta.

Todas las posiciones de 30 kV estarán debidamente equipadas con los elementos de maniobra, medida y protección necesarios para su operación segura.

10.1 CARACTERÍSTICAS CELDAS 30 kV

Las características constructivas de estas celdas son de tipo encapsulado metálico, aislamiento en SF6, para instalación en interior. Las celdas están fabricadas de acuerdo con la norma IEC 62271-200 y cumplen con la denominación de “aparamenta blindada”. Son del tipo “fases agrupadas”, con un 95% de gas y resto, 5%, aire.

El embarrado cuenta con aislamiento sólido apantallado mientras que el interruptor automático emplea gas SF6 como medio de aislamiento, confiriendo a estas celdas las siguientes ventajas:

- Dimensiones reducidas
- Insensibilidad a la contaminación atmosférica, polvo, insectos, etc., de todas las partes en tensión
- Alta fiabilidad derivada de la insensibilidad de los agentes externos.
- Alta disponibilidad derivada de la reducida necesidad de mantenimiento.

Las celdas están dotadas de interruptores automáticos y las diferentes funciones de cada circuito están compartimentadas para minimizar la extensión ante cualquier incidente interno, aparte de permitir realizar de forma segura trabajos de mantenimiento sin perturbar el servicio. Cada celda consta de los siguientes compartimentos:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Interruptor automático.
- Barras generales.
- Salida de cables y transformadores de intensidad.
- Baja tensión y mecanismo de accionamiento.

Compartimento de interruptor:

Este compartimento utiliza gas SF6 como agente aislante y contiene el interruptor automático, está situado en la parte central de la celda y a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas.

Compartimento de embarrado principal

Este compartimento está situado en la parte superior de la celda. Este embarrado cuenta con aislamiento sólido apantallado puesto a tierra. El compartimento cuenta en su interior con los siguientes elementos:

- Embarrado interior y conexiones.
- El seccionador y seccionador de puesta a tierra.

Compartimento de baja tensión:

Este compartimento se encuentra en la parte superior de la celda y se encuentra separado de la parte de media tensión. Contiene los equipos y los elementos auxiliares de protección y control en baja tensión.

Compartimento de conexión de cables:

Está situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona trasera y contiene:

- Zócalos adecuados para la conexión de los conectores de media tensión.
- Conectores rectos.
- Bridas de sujeción individual de cada cable de potencia.
- Zócalo para transformadores de tensión enchufables.
- Transformadores toroidales de intensidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La chapa frontal de las celdas presenta diferentes mandos e indicadores, así como un esquema sinóptico.

Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

Tensión nominal	30 kV
Tensión máxima de servicio	36 kV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz	70 kV
Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo	170 kV

10.2 CONEXIÓN DE CABLES

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

10.3 ENCLAVAMIENTOS

La función de los enclavamientos incluidos en las celdas supone que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el interruptor cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el interruptor si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

10.4 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Las características generales de las celdas son las siguientes:

- Tensión asignada 36 kV
- Intensidad asignada: 400/630 A

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Intensidad de corta duración (1 o 3 s): 25 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)
    - a tierra y entre fases 70 kV
    - a la distancia de seccionamiento: 80 kV
- Impulso tipo rayo
    - a tierra y entre fases 170 kV
    - a la distancia de seccionamiento: 195 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11 LINEAS DE EVACUACIÓN 30 kV

El sistema colector consistirá en una red subterránea a 30 kV que se encargará de la evacuación de la energía hasta la Subestación elevadora Pisón, la línea de 30 kV soterrada entre el sistema de almacenamiento y la subestación elevadora, que son objeto del presente documento.

11.1 CIRCUITOS EVACUACIÓN 30 kV

La red de evacuación estará constituida por dos (2) circuitos subterráneos aislados a 30 kV.

Los circuitos evacuarán la energía almacenada en las Baterías hasta la subestación de planta y posteriormente, y de manera conjunta con la energía generada en la planta fotovoltaica, hasta la subestación elevadora, tal y como se indica en el cuadro siguiente:

CIRCUITO EVACUACIÓN 30 kV

CIRCUITO SUBTER, 30 kV	CIRCUITO 30 kV (ORIGEN)	CIRCUITO 30 kV (FINAL)	Potencia de la línea (MW)	Longitud de la línea (m)
L1	Baterías	Subestación	20	67,21
L2 (reserva)	Baterías	Subestación	20	67,21

11.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La red de media tensión del presente Anteproyecto, consta de las siguientes características:

Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal de la red Un	30 kV
Tensión más elevada de la red Us	36 kV
Categoría	Tercera
Icc de la red (kA)	31,5
Tiempo de accionamiento protección del cable	0,5
Origen	Baterías
Final	Subestación
Longitud total de líneas (m)	67,21

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tipo de tramo	Subterráneo
Disposición de los cables	2 Terna al tresbolillo
Denominación	L1 y L2
Tipo de Conductor	RHZ1-OL 18/30kV 1x400 K Al H25
Nº de conductores por fase	1
Aislamiento	XLPE
Tipo de terminales	Conector enchufable
Tipo de conexión de pantallas	Puesta a tierra directa en extremos
Cable de acompañamiento de tierras	-
Cable unipolar	RZ1 1x50 mm^2
Cable de FO	2 x PKP 128 FO
Tipos de canalización	Directamente enterrada/Entubada hormigonada/Perforación horizontal dirigida
Profundidad de la canalización (base de la excavación) /anchura (m)	Directamente enterrada-Entubada hormigonada-Perforación horizontal dirigida según plano de zanjas de MT
Resistividad térmica del terreno (K·m/W)	1,5
Temperatura del terreno (°C)	25
Resistividad térmica del hormigón (K·m/W)	0,9

11.3 MATERIALES DE LOS TRAMOS DE LÍNEA SUBTERRÁNEA

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables.

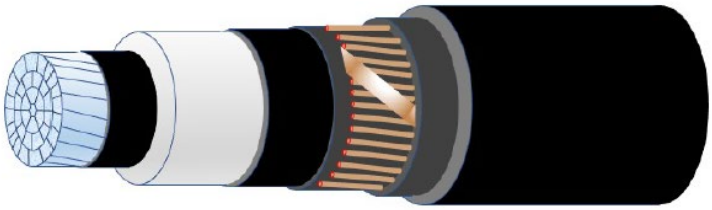
En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

11.3.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA

11.3.1.1 Características constructivas

Se instalará cable unipolar no armado con aislamiento extruido RHZ1-OL 18/30kV 1x400 K Al H25 según IEC 60502.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Sus principales características son:

Cable aislado de potencia	
Denominación	RHZ1-OL 18/30kV 1x400 K Al H25
Material	Aluminio
Sección (mm^2)	400
Clase	Clase 2, circular cableado compactado
Resistencia conductor cc 20ºC (Ohm/km)	0,0778
Aislamiento: material y espesor (mm)	Polietileno reticulado (XLPE) 8 mm
Pantalla: material y sección (mm^2)	Pantalla de hilos de cobre de 25,1 mm^2 de sección nominal
Cubierta exterior: material y diámetro exterior (mm)	Polietileno (PE) ST7 con recubrimiento semiconductor extruido / 49,6 mm
Peso del cable aproximado (kg/m)	2,575
Diámetro exterior (mm)	49,6
Máxima temperatura de servicio del cable (ºC)	90
Intensidad ccto admisible I (kA) conductor	84,181 kA / 0,5 segundos
Intensidad ccto admisible I (kA) pantalla	4,667 kA / 0,5 segundos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11.3.1.2 Características eléctricas

Cable aislado de potencia	
Normativa de referencia	IEC 60502
Tensión asignada Uo/U (kV)	18/30
Tensión más elevada de la red (Us)	36
Frecuencia (Hz)	50
Nivel aislamiento a impulsos tipo rayo (kV)	170
Nivel aislamiento a frecuencia industrial 30 min. (kV)	70
Temperatura máxima del conductor en régimen permanente (ºC)	90
Temperatura máxima del conductor en cortocircuito (ºC)	250
Temperatura máxima de la pantalla en régimen permanente (ºC)	>80
Temperatura máxima pantalla en cortocircuito (ºC)	250
Intensidad cortocircuito admisible 0,5 s en conductor (kA)	84,181
Intensidad cortocircuito admisible 0,5 s en pantalla (kA)	4,667

11.3.2 CABLE DE COMUNICACIONES

El cable estará constituido por un núcleo óptico que a su vez estará formado por un elemento central de naturaleza dieléctrica, alrededor del cual se cablearán los tubos que contienen las fibras con protección holgada; los tubos irán rellenos con un compuesto antihumedad. Este componente cumplirá la norma IEC 60794 en cuanto a densidad, viscosidad y penetración del cono.

El conjunto descrito estará preparado de modo que evite la penetración/propagación del agua por el interior del cable y la acción de los iones de hidrógeno y estará protegido por una cubierta plástica.

Encima de esta cubierta se colocarán cintas o capas resistentes, de materiales de protección, que actúen como barrera ante la acción de los roedores. Las cintas o capas podrán ser dieléctricas.

Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico.

El cable estará garantizado contra la no propagación del agua bajo la primera cubierta, es decir, la cubierta del núcleo óptico, según CEI 794-1.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11.3.3 TERMINALES

La conexión del cable con la aparamenta del sistema de almacenamiento y las celdas de 30 kV de la subestación se realizará mediante una botella terminal unipolar enchufable en "T" por fase con las siguientes características eléctricas:

Terminales	
Tensión nominal de la red (kV)	30
Tensión nominal del cable Uo/U (kV)	18/30
Tensión más elevada en el cable y sus accesorios Um (kV)	36
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)	170

11.3.3.1 Características de los terminales

Terminales en T: Los terminales serán unipolares enchufables en "T" y sus características técnicas serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación a la que va destinado.

11.3.4 CAJAS DE CONEXIÓN

Para poder realizar las conexiones a tierra de las pantallas metálicas según los tipos de conexionado de las pantallas se instalarán cajas unipolares o tripolares de conexión a tierra que dispondrán de una envoltura acero inoxidable. En el interior de las cajas las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de cobre o cobre estañado.

Las cajas de puesta a tierra de los empalmes en caso de ser necesarias se instalarán en el interior de las cámaras de empalme o en arquetas fuera de la cámara de empalmes si éstas no son visitables.

El cable de tierra que conecta los empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para la línea proyectada se instalarán los siguientes tipos de cajas de conexión:

Cajas de conexión	
Ubicación	**Tipo**
Sistema de Almacenamiento y Subestación	Caja unipolar intemperie de puesta a tierra directa
Cámaras de empalmes alternas (si fuera necesario)	Caja tripolar enterrada de puesta a tierra directa

11.3.4.1 Cajas de conexión unipolares para conexión puesta a tierra directa. Instalación al aire.

Las cajas de conexión unipolares serán de acero inoxidable, dispondrán de un grado de protección IP-66. Deberán soportar un defecto de arco interno de 40kA durante 0,1 segundos y un cortocircuito de ≥ 40kA durante 1 segundo. Y serán para cable unipolar. Estas cajas de conexión se colocarán en el sistema de almacenamiento.

11.3.4.2 Cajas de conexión tripolares de puesta a tierra directa. Instalación enterrada

Las cajas de conexión tripolares para instalación enterrada serán de acero inoxidable, dispondrán de un grado de protección IP-68. Deberán soportar un defecto de arco interno de 40kA durante 0,1 segundo y un cortocircuito de 50kA durante 1 segundo. Y serán para cable coaxial o para cable unipolar. Estas cajas de conexión se colocarán cámaras de empalmes alternas.

11.3.5 EMPALMES

Las características técnicas de los empalmes deberán ser compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

Los empalmes serán premoldeados para cruzamiento de pantallas y proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la En la línea proyectada se ha previsto el siguiente tipo de canalización:

- Directamente enterrada, con cable agrupados en contacto al tresbolillo
- Entubada hormigonada

Los detalles de la canalización se muestran en el documento “Planos”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para el tendido de los cables aislados en canalización entubada hormigonada, se instalará 1 tubo de polietileno de alta densidad corrugado de doble pared de 250 mm de diámetro exterior.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalará para cada circuito 1 tubo de polietileno liso de alta densidad de simple capa de 63 mm de diámetro.

11.3.6 DIMENSIONES DE LA CANALIZACIÓN

Las dimensiones de las distintas zanjas vienen condicionadas por los distintos niveles de tensión, por el número de ternas a tender, y el diámetro de los tubos necesarios.

En la línea proyectada se tiene:

Dimensiones de la canalización	
Número de ternas	1
Profundidad de la canalización (base de excavación) (mm)	1050 (terreno normal) 1550 (terreno de cultivo)
Anchura de la canalización (mm)	1 terna: 500 2 ternas: 600

Las profundidades y anchuras mencionadas se modificarán, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios en el trazado, a fin de mantener las distancias mínimas en cruzamientos y paralelismos.

11.4 PUESTA A TIERRA

11.4.1 ELEMENTOS A CONECTAR A TIERRA

Se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de protección.
- Pantallas metálicas de los cables, empalmes y terminales.

11.4.2 CONEXIONES DE LA PANTALLA DE LOS CABLES

Los cables disponen de una pantalla metálica sobre la que se inducen tensiones.

Dependiendo del sistema de conexión a tierra de estas pantallas, o bien pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la intensidad máxima admisible en el cable, o bien aparecen

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos. En la línea proyectada se ha previsto el siguiente sistema de puesta a tierra:

11.4.2.1 Conexión en ambos extremos (Both-Ends)

En este tipo de conexión las pantallas de los cables son continuas y se conectan a tierra en ambos extremos de la línea. En caso de precisarse grandes longitudes, se dispondrá de puestas a tierra intermedias en alguno de los empalmes.

No es necesario instalar un cable equipotencial de continuidad de tierras.

11.4.3 DISPOSICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

Los elementos que constituyen la puesta a tierra son:

- Elementos de conexión a tierra de las pantallas
- Línea de tierra
- Electrodo de puesta a tierra

11.4.3.1 Elementos de conexión a tierra de las pantallas

Los elementos de conexión de las pantallas a tierra son los que se detallan a continuación:

Conexión rígida: La conexión directa de las pantallas a tierra se hará mediante cable unipolar con conductor de cobre y aislamiento 0,6/1 kV.

La sección del cable será calculada para permitir la conducción de corriente total de falta especificada para la pantalla en cada nivel de tensión.

En el caso de la línea proyectada se utilizará cable unipolar con una sección de 50 mm2.

11.4.3.2 Línea de tierra

Es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto de la instalación que ha de conectarse a tierra, es decir, las cajas de puesta a tierra de empalmes y terminales.

La puesta a tierra de servicio conectará a tierra los extremos de los descargadores de tensiones.

La puesta a tierra de protección conectará a tierra los elementos metálicos de la instalación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11.4.3.3 Electrodo de puesta a tierra

Los electrodos de puesta a tierra están constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

Puesta a tierra de terminaciones en sistema de almacenamiento y subestaciones: En las terminaciones del sistema de almacenamiento y las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la instalación.

11.5 ENSAYOS ELÉCTRICOS DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la Norma UNE 211006 y según se establece en la ITC-LAT 05.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

- AYUNTAMIENTO DE TORO.
- SOCIEDAD PLANTA FV110 S.L.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

13 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

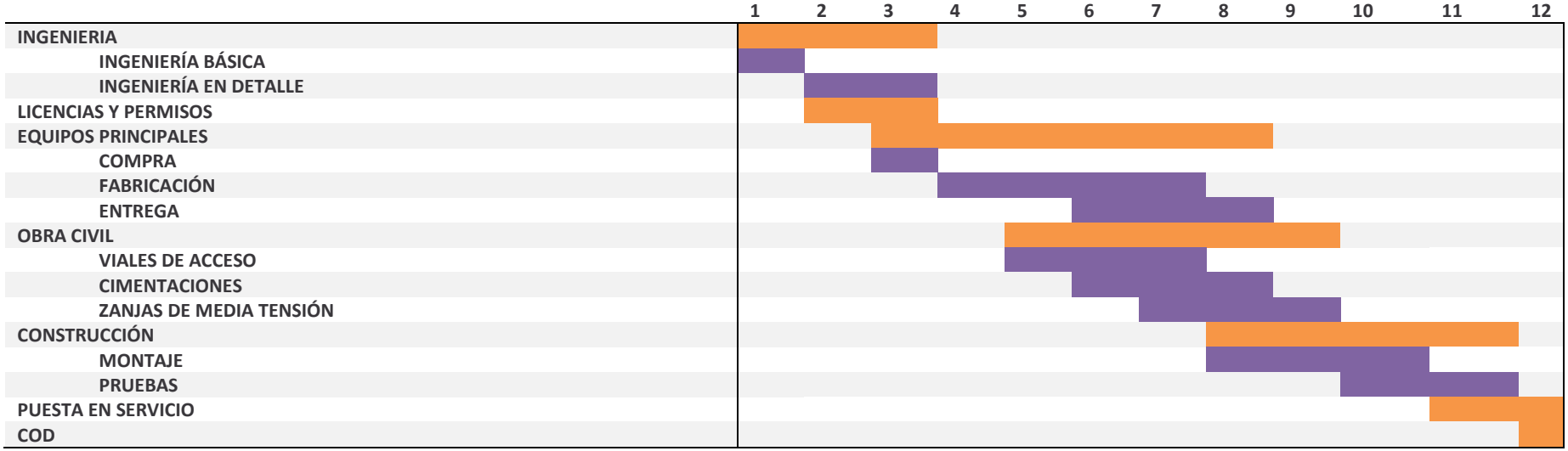
En cumplimiento con el RD1627/1997, de 24 de octubre, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se establece la obligatoriedad de elaborar un estudio de seguridad y salud que se adjunta en el presente proyecto de ejecución como anexo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

14 PROGRAMA DE EJECUCIÓN

La ingeniería, el suministro, la construcción y la puesta en marcha de este Proyecto se realizarán en un plazo aproximado de 12 meses.

A continuación, se presenta cronograma de trabajo expresado en meses:



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

15 PRESUPUESTO

A continuación, se describe el presupuesto:

EQUIPOS PRINCIPALES			TOTAL	3.407.592,00 €
SUMINISTRO DE CONTENEDORES CON LAS CELULAS DE BATERÍAS, DTS, BMS Y GABINETES DE RACK	Ud	10	315.759,20 €	3.157.592,00 €
SISTEMA CONTENEDOR. SUMINISTRO DEL SISTEMA CONTENEDOR QUE INCLUYE CONTENEDOR DE 40 PIES, PCS, CABINAS DE MT, UPS, ILUMINACIÓN, CABLEADO INTERNO E INSTALACIÓN	Ud	2	110.000,00 €	220.000,00 €
SUMINISTRO DE CELDAS DE MT Y MODIFICACIONES EN CUADRO ELECTRICO EXISTENTE EN LA SUBESTACIÓN PARA INTERCONEXIÓN	Ud	1	30.000,00 €	30.000,00 €

OBRA CIVIL			TOTAL	140.685,12 €
DESBROCE Y PUESTA A PUNTO DEL TERRENO	m^2	2.425,03	3,25 €	7.881,35 €
ACCESOS Y CAMINOS INTERNOS	m	243,77	21,00 €	5.119,17 €
ZANJAS MT	m	67,21	245,00 €	16.466,45 €
ZANJAS BT	m	164,31	125,00 €	20.538,75 €
ZANJAS TIERRAS	m	633,33	30,00 €	18.999,90 €
CIMENTACIONES DE HORMIGÓN Y LOSAS PARA EQUIPOS EXTERIORES	Ud	12	5.175,00 €	62.100,00 €
CERCA PERIMETRAL INCLUIDAS PUERTAS	m	191,59	50,00 €	9.579,50 €

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO			TOTAL	36.336,53 €
CABLEADO DE BT	m	3.869,05	6,00 €	23.214,30 €
CABLEADO DE MT	m	281,13	25,00 €	7.028,25 €
RED DE TIERRAS	m	633,33	6,90 €	4.369,98 €
CABLEADO DE COMUNICACIONES (FO)	m	2.028,24	0,85 €	1.724,00 €

MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA			TOTAL	239.085,00 €
INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE EQUIPOS			229.103,52 €	229.103,52 €
PUESTA EN MARCHA			9.981,48 €	9.981,48 €

GESTIÓN DE RESIDUOS			TOTAL	2.948,00 €
1 SACA DE 1 M3	Ud	1	50,00 €	50,00 €
1 CONTENEDOR DE ALTA CAPACIDAD (MÁS DE 12 M3)	Ud	1	300,00 €	300,00 €
TRAYECTOS DE CAMIONES DE 20 Tn (TIERRAS DE EXCAVACIÓN)	Ud	1	58,00 €	58,00 €
CONTENEDOR DE 4,5 M3 HORMIGÓN	Ud	1	40,00 €	40,00 €
RESIDUOS PELIGROSOS				2.500,00 €

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

SEGURIDAD Y SALUD	TOTAL	22.671,00 €
PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS		5.009,00 €
PREVENCIÓN DE INCENDIOS		1.860,00 €
PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA		2.430,00 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR		11.397,00 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS		1.975,00 €

PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL ALMACENAMIENTO		3.823.698,64 €
	21% IVA	802.976,72 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA		4.626.675,36 €

PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL ALAMCENAMIENTO + GEST. RESIDUOS + SyS		3.849.317,64 €
	21% IVA	808.356,71 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA		4.657.674,35 €

El presente presupuesto de ejecución material pertenece al **PROYECTO DE EJECUCIÓN HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW – 44 MWh)** y asciende a la cantidad de TRES MILLONES OCHOCIENTOS VEINTRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (3.823.698,64 €).

El presente presupuesto de ejecución material es una estimación del coste de los materiales y la mano de obra necesarios para la ejecución de la obra, a la fecha de redacción del proyecto. No incluye otros costes, como los gastos generales (6%), el beneficio industrial (>13%), los gastos de ingeniería y el impacto de la inflación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

16 CONCLUSIONES

Con la presente Memoria y demás documentos que se adjuntan y componen este Proyecto de Ejecución, se considera haber descrito las instalaciones de referencia, esperando el Peticionario las autorizaciones solicitadas sin perjuicio de cualquier ampliación, modificación o aclaración que las autoridades competentes o partes interesadas considerasen oportunas.

Madrid, a la fecha de la firma electrónica
Juan Sebastián Gámez Valenzuela

GAMEZ VALENZUELA, JUAN SEBASTIAN (FIRMA)

GAMEZ VALENZUELA, JUAN SEBASTIAN (FIRMA)
2025.07.21 13:30:37 +02'00'

Colegiado nº 4935/4165
Colegio Nacional de Ingenieros del ICAI

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A01

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO I
MEMORIA DESCRIPTIVA
FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 BATERÍAS.....5

2 SKID DE MEDIA TENSIÓN.....6

3 PCS.....9

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 BATERÍAS

EnerGalactic-5015-0.5C

COSPOWERS

Application Field

- Post-meter electricity market, peak-valley arbitrage and backup power supply of C&I (commercial and industrial) energy storage on the customer side.
- Peak shaving and valley filling for smooth output of wind and solar new energy power stations.
- Grid frequency regulation and peak load regulation in the pre-meter electricity market, as well as capacity expansion of distribution networktransformers.



Temperature Difference inside the Battery Pack: <3°C

High Safety Fire Protection at the Pack Level

High Energy Density for Flexible Layout and Expansion

Modular Prefabrication No On-site Installation Required

Parameters / Model		EnerGalactic-5015-0.5C
Battery module	Cell Capacity	314Ah
	Battery Pack	1P52S
	Module Voltage	166.4V
	Module Power	52.2496kWh
	IP Class	IP67
Battery cluster	NOs.of Modules	8pcs
	Cluster Nominal Voltage	1331.2V
	Voltage Range	1164.8~1476.8V
	Single Cluster Power	417.997kWh
Battery cabin	Nos. of Battery Clusters	12pcs
	Battery system energy	5015kWh
	Battery Cabin Dimension (W*D*H)	6058*2438*2896mm
	Weight	≤43t
	Cooling Method	Liquid cooling
	IP Class	IP54
Compliant with Standards	Cluster	IEC62619, UL1973, UL9540A, UN38.3

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 SKID DE MEDIA TENSIÓN

Nº	Especificación del transformador	Valor
1	Tipo	Transformador trifásico, inmerso en aceite, para uso con inversores.
2	Potencia nominal (kVA)	6250
3	Grupo de conexión	Dy11y11
4	Tipo de refrigeración	ONAN
	1. Tipo de aceite	TVAI-30°C
	2. Fabricante	CNOOC / Sinopec / Kayo / Longyue
5	Tensión nominal (kV)	
	1. Alta Tensión (AT)	30kV
	2. Baja Tensión (BT)	0,69kV x2
	3. Variación de tensión	±2×2,5%
6	Corriente nominal (A)	
	1. AT	120,3
	2. BT1	2614,8
	3. BT2 (si aplica)	2614,8
7	Número de fases	3
8	Frecuencia nominal (Hz)	50
	1. Variación de frecuencia	±0,5Hz
9	Elevación de temperatura sobre 40 °C	Para 6250 kVA
	1. En el aceite	60K
	2. En los devanados (medido por resistencia)	65K
	3. Punto caliente (promedio anual del sitio)	98 absoluto
10	Material del conductor	
	1. AT	Aluminio
	2. BT	Aluminio
11	Conmutador de tomas	NLTC (sin carga)
	1. Tipo	Sin tensión
	2. Rango de regulación (% variación)	±2×2,5%
12	Nivel de aislamiento	
	1. BT	AC 3kV
	2. AT	LI170kV / AC70kV
13	Impedancia (%)	
	1. Reactancia	8±10%
	2. Resistencia a 75 °C	0,8±10%
	3. Impedancia en corriente nominal	
	• AT-BT1 (3125 kVA)	6,40%

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	• AT-BT2 (3125 kVA)	6,40%
	• AT-(BT1+BT2) (6250 kVA)	8±10%
	• BT1-BT2 (6250 kVA)	>10%
	4. Impedancia en toma máxima	8±10%
	5. Impedancia en toma mínima	8±10%
14	Regulación a plena carga y 75 °C	
	1. Factor de potencia 1	1,07±10%
	2. Factor de potencia 0,8 atrasado	5,19±10%
15	Pérdidas garantizadas a plena carga y 75 °C	
	1. Pérdidas en vacío	3,59 kW
	2. Pérdidas en carga	50,27 kW
	3. Pérdidas totales	53,86 kW
16	Eficiencia a tensión y frecuencia nominal	
	1. A plena carga	99,15%
	2. A 3/4 de carga	99,33%
	3. A 1/2 de carga	99,49%
	4. Máxima eficiencia	99,57%
17	Índice mínimo de eficiencia pico (PEI) EU548	
	1. A plena carga	99,57%
18	Corriente en vacío referida a AT	
	1. A 90% tensión nominal	0,32%
	2. A 100% tensión nominal	0,40%
	3. A 110% tensión nominal	0,90%
19	Densidad máxima aproximada de flujo (T)	
	1. A 90% tensión nominal	1,539
	2. A 100% tensión nominal	1,71
	3. A 110% tensión nominal	1,881
20	Duración soportada de cortocircuito	
	1. Cortocircuito trifásico	2 segundos
	2. Cortocircuito monofásico	2 segundos
21	Dimensiones (mm)	
	1. Ancho	3765 mm
	2. Profundidad	2160 mm
	3. Altura	2540 mm
22	Peso (kg)	
	1. Núcleo y devanados	5900 kg
	2. Aceite	3170 kg
	3. Otros	4230 kg
	4. Total	13300 kg

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

23	Accesorios	
	Bornes BT	3 piezas
	Bornes AT	6 piezas
	Conmutador sin carga	1 pieza
	Válvula de alivio de presión	1 pieza
	Indicador de nivel de aceite	1 pieza
	Indicador de temperatura del aceite	1 pieza
	Relé de gas	1 pieza
	Conservador de aceite	1 pieza
	Deshumidificador	1 pieza
	Cápsula	1 pieza
	Válvula de drenaje	1 pieza
24	Señales	
	Disparo por válvula de presión	1 pieza
	Disparo por bajo nivel de aceite	1 pieza
	Alarma y disparo por temperatura del aceite	1 pieza
	Señal de temperatura del aceite (RS485)	1 pieza
	Alarma y disparo por relé de gas	1 pieza

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 PCS



FEATURES

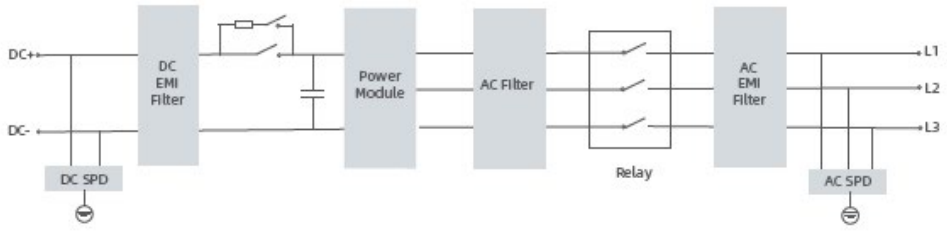
Modular Design
- High maintainability, reduced MTTR
- Single battery rack management, avoid single point of failure
- Compatible with a mix of new and old batteries, extending system lifetime

Grid Friendly
- Coordinated control for grid friendly and load friendly
- Grid-forming technology, grid support as the core feature
- Complete communication method, support RS485, Ethernet, CAN

High Efficiency
- Max. efficiency of 99%
- Pure and stable sine wave output
- Power factor ranges from -1 to 1

Reliable & Safety
- IP66 protection class
- Tailored anti-corrosion solutions for reliability
- No derating at 45℃, 3000m altitude

TOPOLOGICAL GRAPH



Shenzhen Hopewind Electric Co., Ltd. All rights reserved. Information may be subject to change without notice.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PARAMETERS

Model	ESHV145K-A-G01	ESHV250K-A-G01
DC Input		
DC Voltage Range	580–1500 V	1000–1500 V
Max. DC Current	281 A	
AC Output		
Rated Power	145 kW	250 kW
Max. Output Power	160 kW	275 kW
AC Connection	3W+PE	
Isolation	Non-Isolation	
On-Grid		
Rated Grid Voltage	400 V	690 V
Voltage Range	340–440 V	586.5–759 V
Rated Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz	
Frequency Range	45–55 Hz / 55–65 Hz	
THDI	<3% (At rated power)	
Power Factor	-1–1	
Charge-Discharge Conversion Time	<20 ms	
Off-Grid		
Rated Output Voltage	400 V	690 V
Voltage Imbalance	<2%, No more than 4% in a short period of time	
THDu	<3% (No load or rated resistive load)	
Voltage Transient Range	<10% (Resistive load/balanced load. Load change suddenly from 20% to 100% or from 100% to 20%)	
Overvoltage Protection	Settable value	
Undervoltage Protection	Settable value	
General Data		
Ground System	IT	
Max. Efficiency	99%	
Operating Ambient Temperature Range	-40–+60℃ (Derating above 45℃)	
Allowable Relative Humidity Range	0–100%	
Allowable Altitude Range	<4000 m (Derating above 3000 m)	
Noise Level	75 dB	
DI Port	4 pairs	
DO Port	2 pairs	
Anti-Corrosion degree	C3 (C4 / C5 is optional)	
Surge Protection	DC Type II / AC Type III	
Wiring Method	Bottom in and bottom out (Quick plug terminal)	
Protection Degree	IP66	
Cooling Method	Smart air-cooling	
Indicator	LED Indicator	
Communication Interface	Ethernet, RS485, CAN, Local debugging WI-FI (Optional)	
Communication Protocol	Modbus TCP / RTU	
Dimensions (W × H × D)	795 × 915 × 294 mm (Excludes hanging board)	
Weight	≤100 kg (Net weight)	
Standard Compliance	IEC 62477-1	GB/T 34120-2023, GB/T 34133-2023, EN 50549-1/-2, IEC 62477-1, IEC 61000

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN RBDA RELACIÓN DE BIENES Y DRECHOS AFECTADOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A02

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO II
RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 5

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Según lo establecido en el art. 54.1 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y en el artículo 149 del Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, la Declaración de Utilidad Pública, lleva implícita la necesidad de ocupación de los bienes o de adquisición de los derechos afectados e implica la urgente ocupación a los efectos del artículo 52 de la Ley de Expropiación Forzosa. Por todo ello como anexo a este Proyecto de Ejecución se incluye el documento Relación de Bienes y Derechos afectados donde se describen las parcelas afectadas por la situación de la línea y las distintas superficies de ocupación.

A continuación, se indica la relación de bienes y derechos afectados por la construcción del Sistema de Almacenamiento en Baterías Hercules, la línea eléctrica de evacuación de 30 kV entre el Sistema de Almacenamiento en Baterías y la Subestación El Pisón.

En la siguiente tabla se indica la relación de bienes y derechos afectados por la construcción del sistema de baterías:

Tabla 1. *Relación de Bienes y Derechos Afectados*

RELACION DE PARCELAS AFECTADAS POR EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO						
Provincia	**Termino Municipal**	**Polígono**	**Parcela**	**Referencia Catastral**	**Clase**	**Uso Principal**
Zamora	Toro	1	1526	49244A00101526	Rústico	Agrario
Zamora	Toro	1	1533	49244A00101533	Rústico	Agrario

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN - PCI CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A03

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son pro
expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derec
propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se pr
salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO III
CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS SEGÚN EL RD 337/2014 DE 9 DE MAYO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 OBJETO DEL DOCUMENTO 5

2 REAL DECRETO 337/2014, DE 9 DE MAYO..... 6

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO DEL DOCUMENTO

Se redacta el presente documento con el objetivo de justificar el cumplimiento de las prescripciones de protección contra incendios conforme el R.D. 337/2014, de 9 de mayo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 REAL DECRETO 337/2014, DE 9 DE MAYO

El Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Por lo tanto, los centros de transformación del sistema de almacenamiento en baterías han de cumplir el R.D. 337/2014, de 9 de mayo y las instrucciones técnicas complementarias que le sean de aplicación.

En caso de los Skid de MT, al ser instalaciones de exterior es de aplicación la ITC-RAT-15 “Instalaciones eléctricas de exterior”, en la cual, en lo que se refiere a protección contra incendios, en el punto 6.1 determina específicamente lo siguiente:

Sistemas contra incendios

1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:

a) La propagación del incendio a otras partes de la instalación.

b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.

c) La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.

2. Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas, según proceda:

a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.

b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.

c) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido y si hubiera más de un transformador la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande. No obstante, cuando el transformador contenga líquido aislante, pero su potencia sea menor o igual de 250 kVA, la fosa podrá suprimirse. Asimismo, también podrá suprimirse cuando se utilice líquido aislante biodegradable que no puede derramarse a cauces superficiales o subterráneos o a canalizaciones de abastecimiento de aguas o de evacuación de aguas residuales. Para los transformadores de distribución ubicados en el interior de una envolvente al pie de un apoyo les será de aplicación lo indicado en la ITC-RAT 14.

e) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados.

En las instalaciones dotadas de sistemas de extinción de tipo fijo, automático o manual, deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucciones de funcionamiento. Los extintores, si existen, estarán situados de forma racional, según las dimensiones y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos. En la elección de aparatos o equipos extintores móviles o fijos se tendrá en cuenta si van a ser usados en instalaciones en tensión o no, y en el caso de que sólo puedan usarse en instalaciones sin tensión se colocarán los letreros de aviso pertinentes. El proyectista deberá justificar que ha adoptado las medidas suficientes en cada caso.

Se han adoptado medidas de protección pasiva mediante caminos perimetrales al sistema de almacenamiento en baterías y sus centros de transformación que actuarán como cortafuegos para, en caso de incendio, evitar la propagación del fuego al exterior de la instalación.

En base a estos requerimientos solicitados en la ITC-RAT-15 se cumplen mediante los sistemas pasivos y activos integrados en los Skid de MT y los contenedores de baterías que a su vez integran los PCS, estos contenedores cuentan con distintas soluciones:

a) Detectores de humo y gas.

b) Sistema de ventilación forzada que disipa atmósferas peligrosas en caso de escapes de gases inflamables y/o explosivos.

c) Paneles de alivio de explosión en la parte superior del contenedor.

d) Aspersores de agua para la extinción y el enfriamiento de un incendio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

e) Extintores de incendio mediante el gas en aerosol.

f) Módulo de lógica y gestión de control que coordina estos sistemas.

g) Alarmas acústicas para permitir una intervención manual.

h) Aislamiento ignifugo en los paneles del contenedor, para soportar durante largos periodos las altas temperaturas y evitar la propagación del incendio al resto de equipos.

Por otro lado, los centros de transformación se han instalado manteniendo unas distancias suficientes para evitar la propagación del fuego, por ello no se podría dar la situación de que se propague el fuego de una estación a otra. Por otro lado, la pavimentación perimetral será un cortafuegos para su propagación a otras partes de la instalación.

En relación con los requerimientos específicos para los transformadores, que son los elementos en los que el riesgo de incendio es más elevado se incluye un tanque de recogida de aceite para su instalación en planta. Estos tanques están especialmente diseñados para la recogida del aceite de los centros de transformación porque se tiene en cuenta la disposición de los orificios de salida de aceite para el guiado de las posibles fugas hacia el tanque de recogida de aceite. Con esto evitamos la propagación del incendio a otras partes de la instalación o a terceros.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ESTUDIO DE EMISIONES ACÚSTICAS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-MEM-0001-A04

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO IV
ESTUDIO DE EMISIONES ACÚSTICAS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Índice

1 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES ACÚSTICAS 5

2 EMISIONES ACÚSTICAS DEL CONTENEDOR DE BATERÍAS 7

2.1 NIVELES DE RUIDO 7

2.2 PRUEBA DE RUIDO 7

2.2.1 ENTORNO DE PRUEBA 7

2.2.2 ESTÁNDARES DE PRUEBA 8

2.2.3 EQUIPO DE PRUEBA 9

2.2.4 CONDICIONES DE LA PRUEBA 9

2.3 RESULTADO DE LA PRUEBA 10

2.3.1 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE POTENCIA SONORA 10

2.3.2 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA 11

3 EMISIONES ACÚSTICAS DEL CONTENEDOR DE MEDIA TENSIÓN 12

3.1 ENTORNO DE PRUEBA 12

3.2 CONDICIONES DE LA PRUEBA 12

3.2.1 DATOS DE PRUEBA 12

3.3 RESULTADO Y CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA 13

3.3.1 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE POTENCIA SONORA 13

3.3.2 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA 13

4 CONCLUSIÓN 14

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES ACÚSTICAS

Con el objetivo de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Cuando el recinto donde se ubica la instalación de alta tensión se encuentre dentro de edificios de viviendas y no se pueda demostrar el cumplimiento de los límites mediante cálculos, se adoptarán medidas adicionales para cumplir dichos niveles.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido. Se comprueba por tanto los requerimientos indicados en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas; el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

El funcionamiento y mantenimiento del sistema incluye como fuentes sonoras los PCS de las baterías y los transformadores incluidos en los contenedores de media tensión debidas a tres clases de fuentes: procedentes del núcleo por efecto de las magnetostricción, que es el cambio dimensional de las láminas durante el ciclo de histéresis, por efecto de la corriente que circula por los devanados y por los accesorios como son los ventiladores de los equipos auxiliares.

A continuación, se marcan los niveles de emisión acústica de los centros de transformación del sistema de Almacenamiento:

- Nivel de emisión acústica ≤85 dB(A) medido a 1 metro de distancia del edificio del centro de transformación.

El límite máximo de cada instalación, maquinaria o actividad no podrá superar los 90 dB medidos a 5 metros de distancia, por lo que los centros de transformación cumplen con el requerimiento. Además, establece que ninguna instalación, establecimiento, maquinaria, actividad o comportamiento podrán transmitir al medio ambiente exterior, niveles sonoros superiores a los indicados en la siguiente tabla:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	DIA LAeq 5s	NOCHE LAeq 5s
Área de silencio	45	35
Área levemente ruidosa	55	45
Área tolerablemente ruidosa	65	55
Área ruidosa	70	60

Tabla 1. *Valores límites de ruido acústico indicado en el Anexo de la resolución del 23 de Abril de 2002.*

Los niveles sonoros deberán ser medidos en conformidad con el artículo 5 de la resolución mencionada.

En el caso específico del sistema de almacenamiento en baterías, todos los equipos encuentran a una distancia superior a 100 metros de edificaciones.

Teniendo en cuenta que el sonido se atenúa con la distancia y que el transformador de los centros de transformación se encuentra a más de 10 m del límite de la parcela, en aplicación de la siguiente expresión se obtiene que el nivel de emisión a los límites de propiedad será de <50 dB(A).

$$Lp = Lw + 10 \log \Phi / 4\pi^2$$

Siendo :
Lp : Nivel de presión sonora en dB(A)
Lw : Nivel de potencia sonora de la fuente en dB(A)
Φ : Directividad de la fuente sonora (esférica 1, semiésférica 4)
r : Distancia de la fuente en metros

d (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atenuación dB(A)	11	17	20	23	25	26	28	29	30

Tabla 2. *Atenuación de la emisión acústica*

En fase obra, se deberá verificar que los valores de ruido proporcionados por el Sistema de Almacenamiento en el entorno cercano para verificar que no superen los valores establecidos en la tabla anterior.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 EMISIONES ACÚSTICAS DEL CONTENEDOR DE BATERÍAS

2.1 NIVELES DE RUIDO

El sistema de almacenamiento con baterías es insonoro, es decir, no generan ruido por encima de los 5 dB, siendo la fuente de ruido principal el HVAC, o aire acondicionado para la refrigeración de los equipos de baterías. Dichos equipos poseen un nivel de ruido de entre 30 y 35 dB, mientras que el inversor siendo la otra fuente de ruido con un ruido máximo 66 dB (funcionando al 100%), lo equivalente a un extractor de humo a 1m de distancia.

2.2 PRUEBA DE RUIDO

2.2.1 ENTORNO DE PRUEBA

1) Condiciones de instalación: Campo abierto sin planos reflectantes
2) Temperatura ambiente: 20°C
3) Humedad ambiental: 50%HR
4) Ruido de fondo: 58,7 dBA
5) Posiciones de los micrófonos de nivel sonoro:

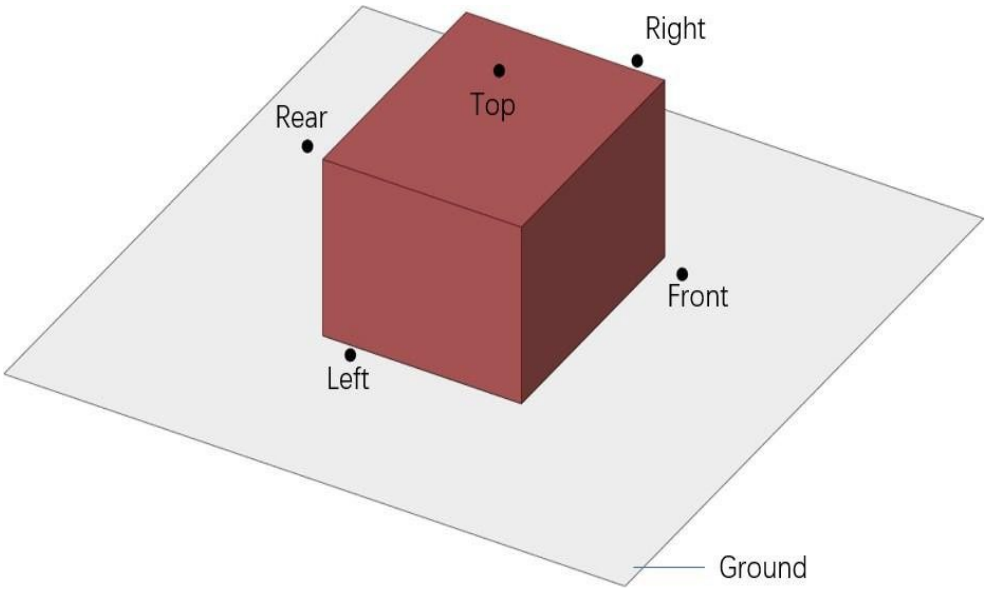


Imagen 1. *Posiciones de los micrófonos de nivel de presión sonora*

Ubicación del sensor en la prueba de nivel de presión sonora (distancia de prueba d= 1 m, se prueba el ruido en la parte delantera, trasera, izquierda, derecha y superior del producto).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6) Entorno de prueba in situ:



Imagen 2. *Entorno de pruebas*

2.2.2 ESTÁNDARES DE PRUEBA

I. ISO 3744 Acústica—Determinación de los niveles de potencia sonora y los niveles de energía sonora de las fuentes de ruido utilizando la presión de sonido—Métodos de ingeniería para un campo esencialmente libre sobre un plano reflectante.

II. ISO 3746 Acústica—Determinación de los niveles de potencia sonora y de los niveles de energía sonora de las fuentes de ruido utilizando la presión de sonido—Método de estudio utilizando un envolvente superficie de medición sobre un plano reflectante.

III. ISO 11202 Acústica — Ruido emitido por maquinaria y equipo — Determinación de los niveles de presión sonora de emisión en una estación de trabajo y en otras posiciones especificadas aplicando correcciones ambientales aproximadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.2.3 EQUIPO DE PRUEBA

Preparación del equipo	Planta de Manufactura	Modelo	Fecha de aprobación	Fecha de entrada en vigor
Sistema portátil de adquisición de datos Simcenter de 12 entradas	Siemens	SC-XS12- CA	11/07/2024	10/07/2025
Calibrador de sonido	B&K	4231	20/03/2024	19/03/2025
Micrófono	PCB	378B02	18/06/2024	17/06/2025

Tabla 3. *Equipo de prueba*

Nota: El sistema de adquisición de datos cumple con los requisitos de Clase 1, el micrófono cumple con los requisitos de IEC61672-1, Clase 1, y el calibrador de sonido cumple con los requisitos de IEC60942.

2.2.4 CONDICIONES DE LA PRUEBA

Número	Condiciones de trabajo
1	0,25C_45°C Temperatura Ambiente 100% de potencia
2	0,25C_45°C Temperatura Ambiente 80% de potencia
3	0,25C_45°C Temperatura Ambiente 50% de potencia
4	0,25C_35°C Temperatura Ambiente 100% de potencia
5	0,25C_35°C Temperatura Ambiente 80% de potencia
6	0,25C_35°C Temperatura Ambiente 50% de potencia
7	0,25C_30°C Temperatura Ambiente 100% de potencia
8	0,25C_30°C Temperatura Ambiente 80% de potencia
9	0,25C_30°C Temperatura Ambiente 50% de potencia
10	0,25C_25°C Temperatura Ambiente 100% de potencia
11	0,25C_25°C Temperatura Ambiente 80% de potencia
12	0,25C_25°C Temperatura Ambiente 50% de potencia

Tabla 4. *Condición de la prueba*

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.3 RESULTADO DE LA PRUEBA

2.3.1 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE POTENCIA SONORA

Condiciones de trabajo	Nivel de potencia sonora LWA/dBA	Medición de incertidumbre extendida U/dB
0,25C_45°C Temperatura Ambiente 100% de potencia	**82,6**	2,4
0,25C_45°C Temperatura Ambiente 80% de potencia	82,6	
0,25C_45°C Temperatura Ambiente 50% de potencia	78,9*	
0,25C_35°C Temperatura Ambiente 100% de potencia	79,5*	
0,25C_35°C Temperatura Ambiente 80% de potencia	79,2*	
0,25C_35°C Temperatura Ambiente 50% de potencia	78,4*	
0,25C_30°C Temperatura Ambiente 100% de potencia	79,5*	
0,25C_30°C Temperatura Ambiente 80% de potencia	79,2*	
0,25C_30°C Temperatura Ambiente 50% de potencia	78,4*	
0,25C_25°C Temperatura Ambiente 100% de potencia	79,5*	
0,25C_25°C Temperatura Ambiente 80% de potencia	79,2*	
0,25C_25°C Temperatura Ambiente 50% de potencia	78,4*	

Tabla 5. *Resultado de la prueba de nivel de potencia sonora*

Nota: "*" indica que el valor representa el límite superior de la potencia sonora en las condiciones de trabajo dadas (la diferencia entre los niveles medios de presión sonora de todo el ruido de la máquina y el ruido de fondo es inferior a 3 dBA. Según ISO3746, el valor de corrección se establece en - 3 dBA).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2.3.2 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA

Derecho (dB/A)	Trasero (dB/A)	Izquierda (dB/A)	Superior (dB/A)	Medición de incertidumbre extendida (U/dB)
60,2*	55,8*	50,6*	69,9	2,4
60,2*	55,8*	50,6*	69,9	
59,8*	51,4*	49,4*	59,8	
59,7*	52,1*	49,4*	62,0	
60,2*	52,0*	49,9*	61,6	
60,1*	50,6*	49,3*	54,7*	
60,0*	52,1*	49,4*	62,0	
60,2*	52,0*	49,9*	61,6	
60,1*	50,6*	49,3*	54,7*	
60,0*	52,1*	49,4*	62,0	
60,2*	52,0*	49,9*	61,6	
60,1*	50,6*	49,3*	54,7*	

Tabla 6. *Resultados de la prueba de nivel de presión sonora máxima de las posiciones a 1 metro de las superficies*

Nota: "*" indica que el valor representa el límite superior de la potencia sonora en las condiciones de trabajo dadas (la diferencia entre los niveles medios de presión sonora de todo el ruido de la máquina y el ruido de fondo es inferior a 3 dBA. Según ISO3746, el valor de corrección se establece en - 3 dBA).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 EMISIONES ACÚSTICAS DEL CONTENEDOR DE MEDIA TENSIÓN

3.1 ENTORNO DE PRUEBA



Imagen 3. *Descripción del entorno de la prueba*

1) Colocación: Campo abierto, sin reflectores a menos de 10 m.
2) Temperatura ambiente: 10°C
3) Humedad ambiental: 50% HR

Nota: Este entorno de prueba es la condición climática local en ese momento, y toda la máquina no está funcionando a esta temperatura ambiente.

3.2 CONDICIONES DE LA PRUEBA

Nº	Condiciones de funcionamiento
1	MVS SCC funciona a plena potencia

3.2.1 DATOS DE PRUEBA

1) Valor de ruido de fondo: 54,7 dBA
2) Nivel sonoro medido en el tiempo de la fuente sonora ensayada Lp, T (corregido)
3) Condiciones de funcionamiento 1: 63,21 dBA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4) Valor de corrección de ruido de fondo K1: 0,65 dBA
5) Valor de corrección de ruido de fondo K2: 0 dBA

3.3 RESULTADO Y CONCLUSIÓN DE LA PRUEBA

3.3.1 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE POTENCIA SONORA

Nº	Condiciones de funcionamiento	Nivel de potencia sonora (dBA)	Incertidumbre ampliada (U/dBA)
1	MVS SCC funciona a plena potencia	83,76	2,5

Tabla 7. *Resultados de las pruebas de potencia acústica en cada condición de funcionamiento*

Nota: El nivel de potencia sonora del transformador de MT es de 8,64 dBA, lo que tiene poco impacto en los resultados de las pruebas del nivel de potencia sonora de toda la máquina y se puede ignorar.

3.3.2 RESULTADO DE LA PRUEBA DE NIVEL DE PRESIÓN SONORA

Nº	Condiciones de funcionamiento	Frontal (dBA)	Derecha (dBA)	Trasera (dBA)	Izquierda (dBA)	Superior (dBA)	Medición de incertidumbre extendida (U/dB)
1	MVS SCC funciona a plena potencia	58,8	51,5*	70,9	61,3	62,0	2,5

Tabla 8. *Resultados de la prueba de nivel de presión sonora máxima de las posiciones a 1 metro de las superficies*

Nota: Los datos con * están cerca del ruido de fondo y el resultado de la corrección de ruido se da de acuerdo con el valor de prueba de -3dBA.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 CONCLUSIÓN

El Sistema de Almacenamiento cumple con la legislación vigente obteniendo unos datos de emisión de ruidos y presión sonora por debajo de los requeridos para este tipo de proyecto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN CÁLCULOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº2
CÁLCULOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS – BAJA Y MEDIA TENSIÓN	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A01
ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS – RED DE TIERRAS	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A02
ANEXO III. CÁLCULOS ELÉCTRICOS – CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A03
ANEXO IV. CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS	HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A04

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN CALCULOS ELÉCTRICOS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A01

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO I
CÁLCULOS ELÉCTRICOS BAJA Y MEDIA TENSIÓN

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

INDICE

1 OBJETO 5

2 NORMATIVA APLICABLE 6

3 DATOS DE PARTIDA 7

3.1 RESISTIVIDAD TÉRMICA Y TEMPERATURA DEL TERRENO 7

3.2 CLIMATOLOGÍA 8

3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS 8

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN 8

3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL CABLE 10

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS 14

3.4.1 BLOQUE DE BATERÍAS 14

3.4.2 INVERSORES PCS 15

3.4.3 TRANSFORMADOR BT/MT 17

3.5 CÁLCULO DE SECCIONES DE CABLEADO 17

3.5.1 CORRIENTE CONTINUA – BAJA TENSIÓN 18

3.5.2 CORRIENTE ALTERNA – MEDIA TENSIÓN 27

3.6 CÁLCULO DIMENSIONADO DE TUBOS 31

4 RESULTADOS 33

4.1 RESULTADOS CORRIENTE CONTINUA 34

4.2 RESULTADOS CORRIENTE ALTERNA 37

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO

La presente memoria, tiene por objeto definir el procedimiento de los cálculos eléctricos, de baja y media tensión, en corriente continua y alterna, respectivamente, necesarios para el dimensionamiento y la selección de elementos que componen la planta BESS Hércules, situada en el término municipal de Toro, de Zamora (Castilla y León), España.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 NORMATIVA APLICABLE

La normativa utilizada en la redacción del presente documento "Memoria de cálculo de cables (BT,MT)" son las siguientes:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus ITC- BT-01 a 52.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normativa IEC 62933-5-1 – Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EES) - Parte 5-1: Consideraciones de seguridad para sistemas EES integrados a la red.
- Normativa UNE-HD 60364-5-52, por la que se regula la selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 DATOS DE PARTIDA

3.1 RESISTIVIDAD TÉRMICA Y TEMPERATURA DEL TERRENO

Los valores correspondientes a la resistividad térmica y la temperatura del terreno se han obtenido a partir del documento "EG PFV DELPHINUS" (Estudio Geotécnico) de la planta solar fotovoltaica "Delphinus" ubicada próxima a la planta BESS Hércules, situada en el término municipal de Toro, de Zamora (Castilla y León), España.

A continuación, se representan los resultados de las catas realizadas, según el apartado 2.2 del estudio geotécnico mencionado anteriormente:

Punto de investigación	Prof. Medida (m)	Resistividad térmica (K·m/W)	Temperatura del terreno (ºC)
Cata 3	0,50-1,00	0,77	22,0
Cata 4	0,50-1,00	1,94	22,3
Cata 7	0,50-1,00	2,01	22,5
Cata 9	0,50-1,00	0,98	21,6
Cata 13	0,50-1,00	1,11	21,0
Cata 15	0,50-1,00	5,12	21,3
Cata 17	0,50-1,00	0,79	22,7
Cata 21	0,50-1,00	2,30	22,5
PROMEDIO		**1,877**	**21,98**

Tabla 1 Valores de resistividad térmica y temperatura del terreno.

Debido a que el estudio geotécnico pertenece a la planta solar fotovoltaica "Delphinus", se han escogido las catas que se encuentran próximas a la planta BESS Hércules, considerándose aquellas en un radio máximo de 620 metros (Catas 4, 7, 9 y 13).

Además, se ha procedido a descartar el resto de las catas incluidas en el estudio geotécnico de la PFV "Delphinus", debido a que los valores de resistividad térmica registrados en dichas ubicaciones se alejan significativamente de la media obtenida en el entorno analizado, y por lo tanto, no se consideran representativos de las condiciones reales del terreno donde se implantará la planta BESS Hércules.

Punto de investigación	Prof. Medida (m)	Resistividad térmica (K·m/W)	Temperatura del terreno (ºC)
Cata 4	0,50-1,00	1,94	22,3
Cata 7	0,50-1,00	2,01	22,5
Cata 9	0,50-1,00	0,98	21,6
Cata 13	0,50-1,00	1,11	21,0
PROMEDIO		**1,51**	**21,85**

Tabla 2 Valores escogidos de resistividad térmica y temperatura del terreno.

Por lo tanto, los valores de resistividad térmica del terreno y la temperatura del terreno a considerar para la planta BESS Hércules son:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Temperatura del terreno: 21,85ºC (Se aproxima a 22ºC).
- Resistividad térmica del terreno: 1,51 K·m/W.

3.2 CLIMATOLOGÍA

Con base en los datos climáticos históricos disponibles de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para la estación de Zamora, ubicada a unos 30 km de Toro (Zamora), se ha registrado una temperatura máxima absoluta de 41,8 °C, alcanzada de forma puntual el 14 de julio de 2022. Este valor representa un episodio aislado de calor extremo en más de 15 años de registros.

Dado que el diseño eléctrico debe ser robusto pero también realista en cuanto a las condiciones habituales del emplazamiento, se propone como temperatura ambiente máxima de diseño el valor de 40 °C, por los siguientes motivos:

1. Criterio técnico habitual: La normativa UNE-HD 60364-5-52 establece 40 °C como valor de referencia estándar para temperatura ambiente máxima en instalaciones exteriores.
2. Margen suficiente frente a históricos extremos: Considerar 40 °C proporciona un margen de seguridad adecuado frente a la temperatura máxima histórica registrada (41,8 °C), sin sobredimensionar innecesariamente las instalaciones.
3. Los valores habituales en los meses más cálidos rara vez alcanzan los 40 °C de forma sostenida, siendo comunes temperaturas entre 35 °C y 38 °C.

Por lo tanto:

- Temperatura ambiente: 40ºC.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS

3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INSTALACIÓN

CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DE BAJA TENSIÓN

Para los circuitos de corriente continua en baja tensión que interconectan los bloques de baterías y los correspondientes inversores PCS, se utilizarán conductores unipolares para cada fase de 1,5 kVdc, aislamiento XLPE y conductor de aluminio. La sección a considerar será de 240 mm^2.

La instalación de los conductores en corriente continua, según la norma UNE-HD 60364-5-52, corresponde con un método de instalación B1:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

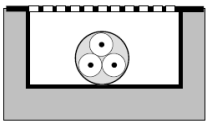
56		Cable unipolar o multipolar con cubierta en canal de obra abierta o ventilada en recorrido horizontal o vertical [n]	B1

Imagen 1. Instalación Tipo B1

Por otro lado, se ha realizado un estudio térmico específico de la instalación, considerando las características térmicas del terreno, el tipo de canal, el número de circuitos agrupados y la disipación del calor generada por los cables.

Como resultado, se ha verificado que las temperaturas que alcanzan los cables durante su régimen permanente de carga es prácticamente equivalente a la que alcanzan los cables en condiciones estándar del método C definido en la norma UNE-HD 60364-5-52.

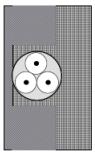
57		Cable unipolar o multipolar empotrado directamente en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W Sin protección mecánica complementaria [o, p]	C

Imagen 2. Instalación Tipo C

A pesar de tratarse de un canal, las siguientes condiciones permiten asemejar térmicamente el entorno de instalación al método C:

- El hormigón del canal está en contacto directo con el terreno natural, lo que permite una buena transferencia térmica.
- El canal no tiene cerramiento estanco, permitiendo ventilación natural, lo que evita acumulación de calor.

Aplicar el método B1 implicaría un factor de corrección por agrupamiento excesivamente penalizante, que obligaría a sobredimensionar los conductores sin una mejora real en la seguridad o durabilidad, ya que el estudio térmico demuestra que no hay incremento relevante de temperatura frente al método C.

CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA DE MEDIA TENSIÓN

En el circuito de corriente alterna en media tensión que interconecta los bloques de potencia de la planta de almacenamiento “Hércules”, y ésta con la subestación SE El Pisón se utilizarán conductores unipolares para cada fase del tipo RHZ1-OL 18/30 kV, aislamiento XLPE, conductor de aluminio. La instalación de los circuitos se realizará directamente enterrado entre los bloques de potencia, y enterrado bajo tubo desde el bloque de potencia nº2 hasta la subestación en todo su recorrido. La sección a considerar será de 400 mm^2.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL CABLE

3.3.2.1 CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA DE BAJA TENSIÓN

Los cables empleados serán del tipo XZ1, del tipo unipolar, conductor de aluminio y con aislamiento XLPE que protege de la radiación UV a 1500V en CC, del fabricante Prysmian Group, de la clase Harmonhy Class, de sección 240 mm^2.

Número de conductores x sección (mm²)	Diametro conductor* (mm)	Espesor de aislam.* (mm)	Diá nom. aislam. (mm)	Diámetro exterior* (mm)	Radio mínimo de curvatura (posición final) (mm)	Peso aprox. (kg/km)	Intensidad máxima de corriente al aire (1)		Intensidad máxima de corriente directamente enterrado (2)			Intensidad máxima de corriente bajo tubo y enterrado (3)		Resistencia del cond. (Ω/km)	Resistencia del cond. (Ω/km)
							2 Cables (A)	3 Cables (A)	1 Cable (A)	2 Cables (A)	3 Cables (A)	2 Cables (A)	3 Cables (A)		
1x16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	140	76	64	71	59	1,910	3,82
1x25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	180	98	82	90	75	1,200	2,40
1x35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	215	117	98	108	90	0,868	1,736
1x50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	255	139	117	128	106	0,641	1,282
1x70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	312	170	144	158	130	0,443	0,886
1x95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	375	204	172	186	154	0,320	0,640
1x120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	428	233	197	211	174	0,253	0,506
1x150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	480	261	220	238	197	0,206	0,412
1x185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	544	296	250	267	220	0,164	0,328
1x240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	630	343	290	307	253	0,125	0,250
1x300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1.035	613	547	713	386	326	346	286	0,100	0,200
1x400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1.345	740	663	814	448	370	415	350	0,0778	0,156
1x500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1.660	856	770	931	510	420	470	400	0,0605	0,121
1x630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2.160	996	899	1.076	590	480	545	460	0,0469	0,094

Instalación al aire · Directamente enterrada · Enterrada bajo tubo

* Valores sujetos a tolerancias de fabricación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

NORMAS

CONSTRUCCIÓN
UNE-HD 603-5X-1

REACCIÓN AL FUEGO*
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000013
Clase E_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR
Aluminio, clase 2 según UNE-EN 60228.

2. AISLAMIENTO
Polietileno reticulado (XLPE).

3. CUBIERTA EXTERIOR
Poliolefina termoplástica (DM01) libre de halógenos.

APLICACIONES

Cables de distribución de energía de baja tensión especialmente concebido para instalaciones interiores, exteriores, entubadas y/o directamente enterradas.
Resistencia a la intemperie, al desgarro y a la abrasión.
Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento.
Temperatura máxima del conductor: +90 °C.
Temperatura mínima de trabajo: -25 °C.

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

- Màximo esfuerzo de tracción: 30 N/mm².
- Carga mínima de rotura (cubierta): 12,5 N/mm².
- Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta): 300%.
- Resistencia al desgarro (cubierta): 9 N/mm² (UNE HD 605-1).
- Tensión asignada ac: Uo/U = 0,6/1 kV.
- Tensión asignada en dc: 1,5/1,5 kVdc.
- Tensión máxima en ac-dc: 1,2/1,2 kVac 1,8/1,8 kVdc; EN 50618, IEC 60502-1.
- Ensayo de tensión durante 5 min (EN 50618): 6,5 kVac y 15 kVdc.
- Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X): 3,5 kV.
- Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua: AD7 (inmersión).
- Ensayo de abrasión: HD 603-1 Tabla 4C DM01.
- Resistencia a la abrasión: / Abrasion resistance: Masa aplicada: 18 kg. No de desplazamientos: 8.
- Resistencia UV: UNE HD 605 S2.
- Resistencia UV: EN 50618.
- Resistencia al ozono: EN 50618.
- Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor: 1012 Ω·cm.
- Constante de resistencia aislamiento Ki: 3,67 MΩ·cm.
- Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.
- Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.



Imagen 1 Información técnica cable CC XZ1 (S) Al

En cuando a la elección de la intensidad admisible del cable, no se utilizará el indicado por el fabricante del cable, ya que la norma UNE-HD 60364-5-52 establece criterios más restrictivos. Por tanto, se adoptarán los valores normativos como referencia para garantizar un mayor margen de seguridad y cumplimiento reglamentario.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

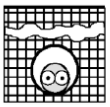
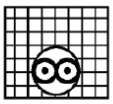
Sección nominal del conductor mm²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Aluminio							
2,5	20	19,5	25	23	26	26	
4	27	26	33	31	35	33	
6	35	33	43	40	45	42	
10	48	45	59	54	62	55	
16	64	60	79	72	84	71	76
25	84	78	105	94	101	90	98
35	103	96	130	115	126	108	117
50	125	115	157	138	154	128	139
70	158	145	200	175	198	158	170
95	191	175	242	210	241	186	204
120	220	201	281	242	280	211	233
150	253	230	307	261	324	238	261
185	288	262	351	300	371	267	296
240	338	307	412	358	439	307	343
300	387	352	471	415	508	346	386

Tabla 3 Tabla B.52.3. Corrientes admisibles en amperios, para los métidos de instalación de la tabla B.52.1. Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados. Temperatura del conductor 90ºC, temperatura ambiente 30ºC, en el aire. 20ºC en el terreno

3.3.2.2 CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA DE MEDIA TENSIÓN

Los cables empleados serán del tipo RHZ1-OL, del tipo unipolar, conductor de aluminio y con aislamiento XLPE 18/30 kV, del fabricante Prysmian Group, de la clase Hersatene Class, de sección 400 mm². Los datos de intensidades coinciden con lo establecido en la Tabla 6 "*Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados*"

Sección conductor Al (mm²)	Diametro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diametro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Resistencia en corriente contínua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
1X95*	25,6	33,3	1105	500	255	205	190	0,320	0,403	0,128	0,187
1X150*	28,3	36,0	1330	540	335	260	245	0,206	0,262	0,119	0,216
1X240*	32,4	40,0	1720	600	455	345	320	0,125	0,161	0,109	0,260
1X400*	37,4	45,1	2285	677	610	445	415	0,0778	0,102	0,102	0,313
1X500	41,1	49,0	2790	735	715	505	480	0,0605	0,084	0,099	0,329
1X630	45,4	53,3	3310	800	830	575	545	0,0469	0,0636	0,095	0,396

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

y en la Tabla 12 "*Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV bajo tubo"* del RLAT ITC-LAT 06.

NORMAS

CONSTRUCCIÓN
ENDESA DND001
UNE-HD 620-10E

REACCIÓN AL FUEGO
UNE-EN 60754-1; IEC 60754-1
UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2

CLASIFICACIÓN CPR

DOP 000015
Clase F_{ca}

CONSTRUCCIÓN

1. CONDUCTOR
Aluminio de clase 2 según UNE-EN 60228.

2. PANTALLA SOBRE CONDUCTOR
Semiconductor extruido.

3. AISLAMIENTO
Polietileno reticulado (XLPE).

4. PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO
Semiconductor extruido separable en frío.

5. PANTALLA METÁLICA
Hilos de cobre con cinta.

6. PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA
Obturación longitudinal con cinta hinchante.

7. CUBIERTA EXTERNA
Poliolefina tipo DMZ1.
Color rojo.

APLICACIONES

Puede instalarse al aire, en bandejas o enterrado directamente o bajo tubo.

Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro.

Fácil deslizamiento.

Libre de halógenos con pantalla metálica obturada longitudinalmente frente al agua.

Resistencia a los rayos UVA (HD 605 S3 y UNE 211605).

Temperatura máxima del conductor: 90°C.
Temperatura ambiente mínima de servicio: -25 °C.



Imagen 2 Información técnica cable MT RHZ1-OL Al

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

3.4.1 BLOQUE DE BATERÍAS

El bloque de baterías será el encargado de almacenar la energía eléctrica en forma de corriente continua tras el proceso de conversión realizado por el inversor PCS. Durante la fase de carga, recibirá la energía en baja tensión continua y la distribuirá entre los módulos de celdas LFP que lo componen. En sentido inverso, durante la descarga, suministrará la energía almacenada en corriente continua hacia el inversor, que será el encargado de convertirla en corriente alterna de 690V.

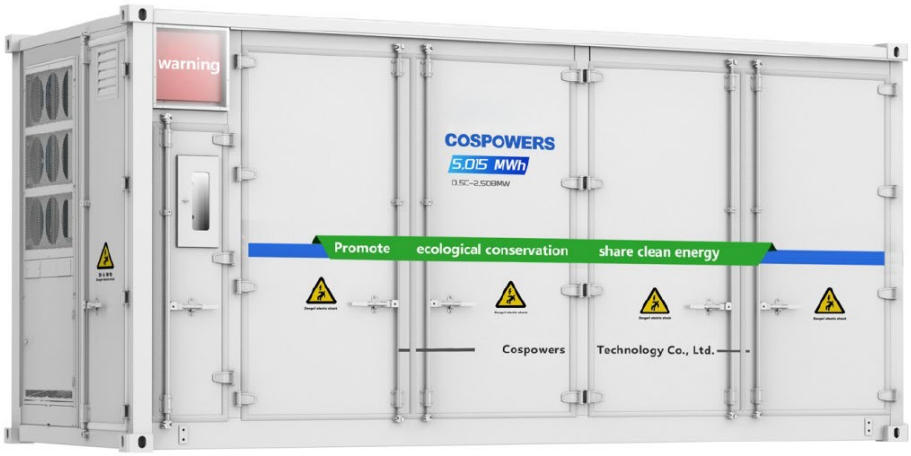


Imagen 3. Bloque de baterías

El sistema de almacenamiento energético está compuesto por contenedores BESS que integran bloques de baterías modulares de tipo LFP (fosfato de hierro y litio). Cada bloque de baterías se detalla a continuación

Descripción	Seleccionado	Unidades
Fabricante y modelo	Cospowers Technology Co., Ltd – ESS-D-LFP-L-X-5015-CCCE-T00	-
Dimensiones contenedor	6058 x 2438 x 2896	mm
Peso del contenedor	43000	kg
Temperatura de operación	-30 a 55	ºC
Sistema de refrigeración	Refrigeración líquida	-
Características Eléctricas		
Nº de clústers	12	-
Rango de voltaje DC	1164,8 – 1476,8	V

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descripción	Seleccionado	Unidades
Capacidad del sistema	5.015	MWh
Consumo Auxiliar	21,2	kW
Nivel de ruido	≤80	dB
Protocolo comunicación	Ethernet/RS485	-
Grado de protección	IP54	

Tabla 4 Características principales ficha técnica bloque de baterías

3.4.2 INVERSORES PCS

El inversor PCS será el equipo encargado de la conversión de la corriente alterna en corriente continua en baja tensión necesaria para la carga de las baterías. Del mismo modo, funcionará en sentido contrario, extrayendo energía de las baterías en corriente continua y alimentando al transformador con corriente alterna, que será el encargado de elevar a la tensión establecida en el sistema interno de media tensión de la planta.



Imagen 4. Inversor PCS

En la presente instalación, se utilizan inversores PCS distribuidos en el interior de los bloques de potencia. Habrá un total de 30 inversores PCS por bloque de potencia.

Las principales especificaciones del modelo de inversor seleccionado se detallan a continuación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descripción	Seleccionado	Unidades
Fabricante y modelo	Hopewind – ESHV250K-A-G01	-
Dimensiones del inversor	795 x 915 x 294	mm
Peso del inversor	≤100	kg
Temperatura de operación	-40 a 60	ºC
Sistema de refrigeración	Refrigeración inteligente	-
Características Eléctricas		
Máx. Voltaje DC	1500	V
Máx. Corriente DC	241	A
Rango de voltaje DC	1000 – 1500	V
Frecuencia	50/60	Hz
Potencia	215	kW
Potencia (limitada)	188,30	kW
Máx. potencia salida AC	237	kW
Voltaje salida AC	690	V
Rango de voltaje AC	586,5 – 759	V
THD	3	%
Eficiencia máxima	99	%
Nivel de ruido	75	dB
Grado de protección	IP66	
Protocolo comunicación	Modbus TCP / RTU	

Tabla 5 Características principales ficha técnica inversor

La conexión eléctrica de los inversores PCS con los transformadores vendrá preinstalada por el fabricante e integrada dentro del bloque de potencia.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.4.3 TRANSFORMADOR BT/MT

Los transformadores de potencia tienen como función principal elevar la tensión de salida de los inversores (en torno a 690 V en corriente alterna) hasta los niveles de media tensión (30 kV), permitiendo la interconexión del sistema de almacenamiento BESS Hércules con la subestación El Pisón.

Habrá un total de 2 transformadores de potencia (uno por cada bloque de potencia), con una potencia unitaria de 6,25 MVA.

Las características principales de los transformadores de potencia son las siguientes:

Características eléctricas del transformador	Valor
Potencia nominal @40ºc	6,25 MVA
Relación de transformación	0,69/30 kV
Frecuencia	50/60 Hz
Grupo de conexión	Dy11y11
Tipo	Transformador con aceite
Nivel de Protección	IP54
Método de refrigeración	ONAN

Tabla 6 Características principales transformadores

3.5 CÁLCULO DE SECCIONES DE CABLEADO

La determinación de la sección de los conductores eléctricos se realiza aplicando los criterios establecidos en la normativa técnica vigente, con el objetivo de garantizar tanto la seguridad como el correcto funcionamiento del sistema. Los tres criterios principales considerados son:

- Criterio de Intensidad Admisible: garantiza que el conductor pueda evacuar la corriente prevista sin superar la temperatura máxima permitida por su aislamiento.
- Criterio de Caída de Tensión: limita la pérdida de tensión a lo largo del recorrido del cableado, conforme a los valores máximos definidos en la reglamentación aplicable.
- Criterio de Cortocircuito: garantiza que la sección del conductor sea suficiente para soportar térmicamente los efectos de una corriente de cortocircuito durante el tiempo que transcurre hasta la actuación efectiva del sistema de protección (fusibles, interruptores, etc.).

Dichos criterios están fundamentados en el efecto Joule, por el cual la circulación de corriente genera un incremento de temperatura proporcional a la resistencia del conductor y al cuadrado de la intensidad. Por

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

este motivo, la sección seleccionada debe permitir que la densidad de corriente se mantenga dentro de los márgenes admisibles, evitando así sobrecalentamientos que comprometan la integridad del sistema.

A continuación, se detalla el cálculo de los casos más desfavorables de cada circuito en función de la mayor longitud. El resto de los cálculos de cada tramo vienen reflejados en la tabla de cálculo que se detalla en el presente documento.

3.5.1 CORRIENTE CONTINUA – BAJA TENSIÓN

Para los cálculos eléctricos del sistema BESS en corriente continua, se considerará la intensidad nominal del inversor como valor de referencia. Si bien el sistema de gestión de baterías (BMS) establece una limitación de corriente de 78,5 A por clúster, y cada inversor está conectado a dos clústeres de baterías en paralelo (lo que permitiría un total de 157 A), se opta por tomar la intensidad del inversor como valor de diseño. Esta decisión se adopta como un criterio conservador, garantizando así una mayor robustez y fiabilidad en el dimensionamiento y análisis del sistema.

Se ha considerado la intensidad en función de la potencia limitada en cada inversor PCS (188,30 kW) y la tensión mínima del rango del contenedor de baterías, facilitada por el fabricante, considerándose los siguientes datos:

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

- P= Potencia limitada del inversor PCS
- V = Tensión del contenedor de baterías (Valor mínimo de rango).

$$I = \frac{188.300\ W}{1.164{,}8\ V} = 161{,}66\ A$$

De acuerdo con lo establecido en la guía de aplicación de la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en el que se contemplan las instalaciones con sistemas de acumuladores electroquímicos, se aplica lo dispuesto en el punto “5 Cables de conexión” de dicha instrucción técnica:

“Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.”

Este factor de corrección tiene como objetivo contemplar posibles sobrecargas temporales propias del funcionamiento de los sistemas electroquímicos, así como garantizar la fiabilidad y seguridad de la instalación durante toda su vida útil.

$$Imáx = I \cdot 1{,}25$$

$$Imáx = 161{,}66\ A \cdot 1{,}25 = 202{,}07\ A$$

Por lo tanto, la corriente máxima que circulará por el cableado en corriente continua será de 202,07 A.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.5.1.1 CRITERIO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La temperatura del conductor, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

La corriente máxima admisible en el conductor es aquella que hace trabajar al conductor a su temperatura máxima, en el caso de los cables en corriente continua se considerarán como máximo a 90°C.

En todos los circuitos deberá seleccionarse la sección de forma que se cumpla:

$$I_{máx} \leq I_z$$

Siendo:

- $I_{máx} =$ La intensidad máxima absorbida o prevista en la línea (A).
- $I_z =$ La intensidad máxima admisible en el cable (A) con los factores de corrección por condiciones de uso.

Para este criterio tendremos el tipo de montaje nº57 “Cable unipolar empotrado directamente en mampostería, de resistividad térmica no superior a 2 Km/W”, según la norma UNE-HD 60364-5-52. Se considera instalación tipo C.

Las tablas para los factores de corrección son las dispuestas en la norma UNE-HD 60364-5-52.

Los coeficientes por aplicar serán los siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de corrección cuando la temperatura ambiente sea diferente a 30°C:

Temperatura ambiente [a] °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral[a]	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

[a] Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 7 Tabla B.52.14. Factores de corrección para temperaturas ambientes diferentes a 30ºC a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

En las canalizaciones utilizadas para corriente continua, el interior del canal está constituido por aire, lo cual implica que el medio de disipación térmico es aire estático.

Para una temperatura ambiente del aire de 40ºC, con tipo de aislamiento XLPE, se obtiene un factor de corrección de 0,91.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de agrupación de circuitos según metodología de instalación:

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares											Para usarse con las corrientes admisibles, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o sistemas de bandejas de cables sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				B.52.2 a B.52.7 Método C
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares			
4	Capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				B.52.8 a B.52.13 Métodos E y F
5	Capa única sobre sistemas de bandejas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Tabla 8 Tabla C.52.3 – Factores de reducción para grupos de varios circuitos o de carios cables multipolares para corriente admisible de referencia de cables al aire libre a 40ºC

Para la determinación del factor de corrección aplicable a los 15 circuitos considerados, se ha supuesto un factor de corrección de 0,70 (último valor de factor de corrección aplicable en tabla).

El cálculo de la intensidad máxima admisible se detalla a continuación:

- Imax: 202,07 A
- Instalación en canal empotrado en el suelo.
- Se considera un máximo de 15 circuitos en contacto. Factor de corrección por agrupación: FCa=0,70.
- Se considera una temperatura de cálculo del aire de 40ºC. Factor de corrección por temperatura: FCt=0,91.
- Sección elegida: 240 mm2 Aluminio. Intensidad admisible conductor: 439 A

$$I_Z = I_{Adm\ Conductor} \cdot FCa \cdot FCt \cdot FCr \cdot FCp$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$$I_Z = 439A \cdot 0{,}70 \cdot 0{,}91 = 279{,}64A$$

Por lo tanto, se cumple que:

$$I_{max} \leq I_z$$

$$202{,}07 \leq 279{,}64\ A$$

3.5.1.1.1 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados reglamentariamente según lo estipulado en la ITC-BT-40: "[…] *así como el cumplimiento del criterio de caída de tensión inferior al 1,5 %, conforme a lo exigido por dicha instrucción técnica complementaria*".

Tramo	Caída de Tensión
Circuito BT CC	≤ 1,5%

Tabla 9 Caída de tensión máxima de los conductores en corriente continua

La caída de tensión puede calcularse con la siguiente expresión:

Corriente Continua

$$\Delta V = 2 \cdot Imax \cdot L \cdot R$$

Siendo:

- L = Longitud más desfavorable (m).
- R = Resistencia del conductor (Ω/m).
- Imáx = Corriente máxima circulante. (A).

Consideramos el circuito que conecta el bloque de batería nº 4 con el inversor PCS del bloque de potencia nº1:

- Longitud: 38,14 m.
- Imax: 202,07 A.
- r: 3,4 ·10^{-2} Ωmm2/m.
- S: 240mm2.

Para calcular la resistencia del conductor, se realizará con la siguiente fórmula:

$$R_{\theta cc} = R_{20cc}[1 + \alpha \cdot (\theta - 20)] = \rho_\theta \cdot \frac{L}{S}$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$$R_{20cc} = \rho_{20} \cdot \frac{L}{S}$$

$$\alpha = \frac{1}{\rho_\theta}$$

Donde:

- $R_{\theta cc}$ = Resistencia del conductor en corriente continua a temperatura θ.
- R_{20cc} = Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C.
- ρ_θ = Resistividad del conductor a temperatura θ.
- ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.
- α = Coeficiente de variación de resistencia especifica por temperatura del conductor en $°C^{-1}$.
- θ = Temperatura calculada con la fórmula anterior.
- L = Longitud de la línea en m.
- S = Sección del conductor en mm^2.

Estos valores se calcularán línea a línea.

En los cálculos, se ha considerado una temperatura de servicio de 90ºC, de modo que los resultados de las resistencias corresponden a los casos más desfavorables.

Por lo tanto, la caída de tensión resulta:

$$\Delta V = 2 \cdot 202{,}07 \cdot 37{,}02 \cdot 0{,}038/240 = 2{,}18\,V$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2{,}18\,V}{1.164{,}8\,V} x100$$

$$\Delta V(\%) = 0{,}19\ \%$$

Una vez calculados el resto de los circuitos se comprueba que la caída de tensión global de la planta es de 0,16 %, por lo tanto menor al 1,5% considerado como máximo.

3.5.1.2 CRITERIO POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

En este subapartado, se detallan las fórmulas utilizadas para el cálculo del criterio por la intensidad de cortocircuito.

Se comprobará que los cables seleccionados cumplan con el criterio de intensidad por cortocircuito (según la Guía-BT-22), según la cual el tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 s, el tiempo *t* máximo de duración del cortocircuito, durante el que se eleva la temperatura de los conductores desde su valor máximo admisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite admisible de corta duración, se puede calcular mediante la siguiente expresión:

Para la comprobación de los diferentes bus considerados se ha tenido en cuenta las siguientes expresiones.

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

Que se puede presentar en la forma práctica por:

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

Siendo:

- t Duración del cortocircuito en segundos. Se ha considerado 0,1 s
- S Sección en mm^2.
- I Corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz.
- K Constante que toma los valores de 143 para cobre y 94 para aluminio, tomados de la norma UNE 20460-443:

	Aislamiento de los conductores							
	PVC 70°C ≤ 300 mm²	*PVC 70°C > 300 mm²*	*PVC 90°C ≤ 300 mm²*	*PVC 90°C > 300 mm²*	*PR/EPR*	*Goma 60 °C*	*Mineral Con PVC*	*Mineral Desnudo*
Temperatura inicial °C	*70*	*70*	*90*	*90*	*90*	*60*	*70*	*105*
Temperatura final °C	*160*	*140*	*160*	*140*	*250*	*200*	*160*	*250*
Material del conductor								
Cobre	*115*	*103*	*100*	*86*	*143*	*141*	*115 *)*	*135*
Aluminio	*76*	*68*	*66*	*57*	*94*	*93*	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	*115*	-	-	-	-	-	-	-

**) Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto.*
NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, k^2S^2 debe ser superior a la energía (I^2t) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante.
NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para:
- *los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm^2);*
- *las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s;*
- *otros tipos de conexiones en los conductores;*
- *los conductores desnudos.*

NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito.
NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.

Tabla 10 Valores constante K según material y aislamiento del conductor.

Para la comprobación del cableado por cortocircuito, se empleará una protección mediante fusibles NH2XLaBat de 250 A (1500 VDC).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Es por ello por lo que se considera que el fusible deja pasar una energía específica pasante I^2t de 66.000 A^2S (según ficha técnica del fusible) Este valor será modificado en el caso de que se elija un fusible de características diferentes.

Por lo tanto, se tiene que cumplir que:

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

Siendo:

- $(I^2 \cdot t)$. Para 250 A. 66.000 A^2S
- S Sección en mm^2.
- K Constante que toma los valores de 143 para cobre y 94 para aluminio, tomados de la norma UNE 20460-443

Consideramos el circuito que conecta el bloque de batería nº 5 con el inversor PCS del bloque de potencia nº1:

- K: 94 para Aluminio.
- S: 240 mm^2

$$66.000 \leq 94^2 \cdot 240^2$$

$$66.000 \leq 508.953.600$$

Por lo tanto, ante un cortocircuito en el sistema, el cable de 240mm2 será capaz de soportar la corriente máxima esperada.

3.5.1.2.1 PROTECCIÓN CORTOCIRCUITO SALIDA DEL INVERSOR

Dado que actualmente no existe una norma que establezca límites específicos para la selección de fusibles en sistemas de almacenamiento con baterías (BESS), se ha adoptado un criterio conservador basado en la norma IEC 62548, relativa a generadores fotovoltaicos.

Existe un fusible en la línea de salida de los inversores hacia los bloques de baterías que protegen frente a corrientes de cortocircuito. Según el estándar IEC 62548, se imponen las siguientes condiciones:

$$I_{Fusible} > 1{,}25\ I_{corto}$$

$$I_{Fusible} \leq 2{,}4\ I_{corto}$$

Hay que considerar que, además del posible cortocircuito que se pueda producir, los fusibles deben proteger el cable antes de llegar éste a la temperatura máxima de trabajo, por lo que también se ha de cumplir la siguiente condición:

$$I_{Fusible} < I_{máx\ adm\ corregida}$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los fusibles seleccionados por el fabricante presentan la siguiente curva de derrateo en función de la temperatura:

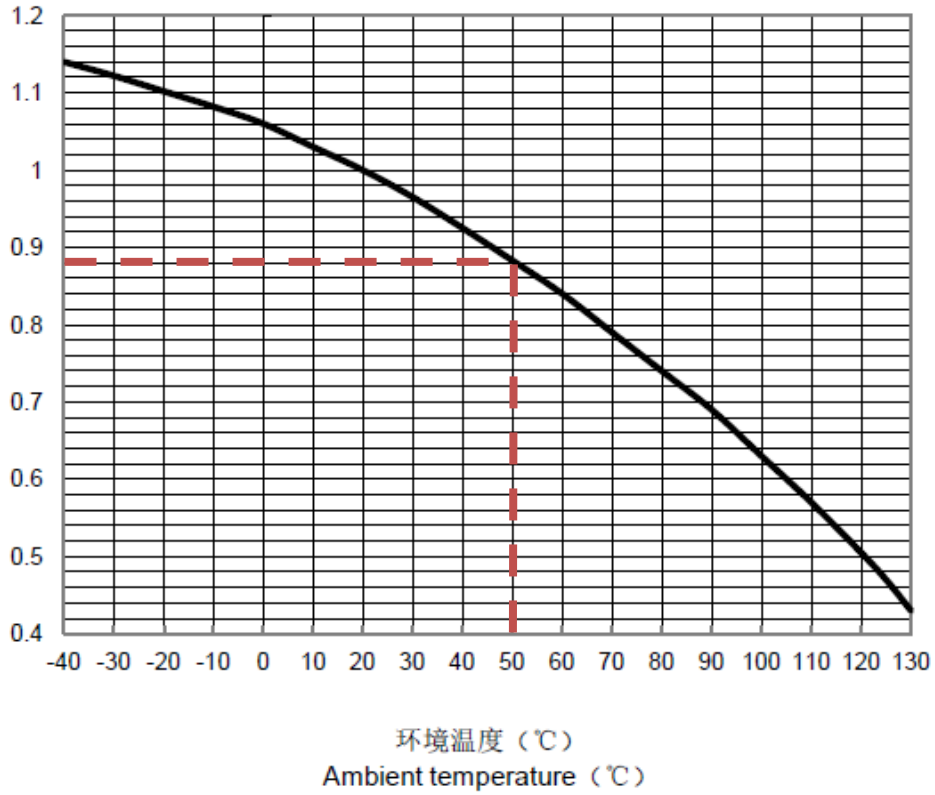


Tabla 11 Diagrama de curva de derrateo de fusible en función de la temperatura

Considerando una temperatura ambiente conservadora en el cuadro de fusible de 50ºC, el factor de derrateo es Kt=0,88. Este valor se aplica al dimensionamiento para tener en cuenta la posible reducción de la capacidad de conducción de corriente del fusible a la temperatura de servicio prevista, en línea con criterios habituales de diseño en ausencia de datos del fabricante.

Eligiendo un fusible con calibre de 250 A, se cumplen las condiciones del estándar IEC 62548:

$$0{,}88\ I_{Fusible} > 1{,}25\ Imax \quad \Leftrightarrow \quad 220{,}00\ A > 202{,}07\ A$$

$$0{,}88\ I_{Fusible} \leq 2{,}4\ Imax \quad \Leftrightarrow \quad 220{,}00\ A \leq 387{,}98\ A$$

$$0{,}88\ I_{Fusible} < I_{adm} \quad \Leftrightarrow \quad 220{,}00\ A < 279{,}64\ A$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.5.2 CORRIENTE ALTERNA – MEDIA TENSIÓN

Este cableado unirá eléctricamente los bloques de potencia entre sí, así como la conexión de la línea de evacuación de 30kV con la subestación El Pisón.

Se ha considerado un valor de temperatura del terreno de 22°C y una resistividad térmica de 1,51 (Km/W), según lo comentado en el apartado 4.1 "*Resistividad térmica y temperatura del terreno*" del presente documento.

Los conductores en media tensión irán instalados en todo su trayecto directamente enterrados, excepto en el cruce con viales y a la entrada de la subestación, en el que irán enterrados bajo tubo, según tipo de zanja del plano "*Zanjas y Arquetas. Detalles".*

Las especificaciones del trazado en media tensión se han tenido en cuenta a partir de la siguiente normativa:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas suplementarias ITC-LAT 01 a 09 (Real Decreto 223/2008, 15 de febrero).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normalización Nacional (Normas UNE).

Se ha considerado la intensidad en función de la potencia transportada y la tensión en media tensión, considerándose los siguientes datos:

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Donde:

- Ib= Intensidad que circula por el circuito (A).
- S= Potencia del circuito (kVA).
- V= Tensión del circuito (kV).

3.5.2.1 CRITERIO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Para conductores unipolares, suponemos una intensidad máxima admisible en condiciones ideales de:

- I_{max} = 445 A para cables de 400mm^2 (según datos del fabricante Prysmian y tabla 06 de la ITC-LAT 06 *Líneas subterráneas con cables aislados*).

Las fórmulas que se van a utilizar para aplicar el criterio de selección por calentamiento son las siguientes:

$$I_b = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$Ib < I_{maxcorregida} = I_{max} \cdot k$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$$k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

Donde:

- Ib — Intensidad que circula por el circuito (A).
- I_{max} — Intensidad máxima admisible en condiciones ideales (A).
- $I_{maxcorregida}$ — Intensidad máxima admisible en condiciones de instalación (A).
- k — Coeficientes de corrección según tipo de instalación (adimensional).
  - k_1 — Factor corrección por temperatura del terreno (adimensional).
  - k_2 — Factor corrección por resistividad térmica del terreno (adimensional).
  - k_3 — Factor corrección por agrupación (adimensional).
  - k_4 — Factor corrección por profundidad de la zanja (adimensional).
- S — Potencia del circuito (VA).
- V — Tensión del circuito (V).

Los factores de corrección se han obtenido del del RD 223/2008, Reglamento sobre condiciones y garantías técnicas de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Para una temperatura del terreno de 22°C se realiza una interpolación lineal entre las temperaturas consecutivas: $k_1 = 1{,}02$ (Véase Tabla 7 de la ITC-LAT 06 Líneas subterráneas con cables aislados):

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ_t, en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 12 . Factor de corrección, según temperatura, de intensidad máxima admisible.

- Para una resistividad térmica del terreno de 1,51 Km/W: k_2 = 1,00 para el conductor de 400 mm^2 directamente enterrado y enterrado bajo tubo (Véase Tabla 8 de la ITC- LAT 06 Líneas subterráneas con cables aislados).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,26	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

Tabla 13 . Factor de corrección, según resistividad térmica del terreno, de intensidad máxima admisible.

- Para una agrupación de circuitos de 2 y 3 ternas por zanja, separadas 0,2 m se utiliza un factor k_3 =0,83 y 0,75, respectivamente, para una instalación enterrada bajo tubo (Véase Tabla 10 de la ITC-LAT 06 Líneas subterráneas con cables aislados):

Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tabla 14 . Factor de corrección, por distancia entre ternas y número de circuitos, de intensidad máxima admisible.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Para una profundidad de zanja de 1 metro se utiliza k_4 = 1,00 (Véase Tabla 11 de la ITC-LAT 06 Líneas subterráneas con cables aislados):

Tabla 11. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm²	> 185 mm²	≤ 185 mm²	> 185 mm²
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 15 . Factor de corrección, por profundidad y sección del conductor, de intensidad máxima admisible.

3.5.2.2 CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Las fórmulas que se van a utilizar para la aplicación de este criterio son las siguientes:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot Ib \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V(V)}{V(V)} x100$$

Donde:

- L Longitud total del tramo calculado (m).
- φ Factor de potencia a utilizar, el cual será de 0,95.
- I Intensidad que circula por el circuito (A).
- R Resistencia del conductor, corregida a la temperatura de funcionamiento, siendo ésta un valor dado por el fabricante (Ω). Se considera la temperatura máxima de funcionamiento la máxima del conductor (90ºC).
- X Reactancia del cable a 50 Hz (Ω).

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura de trabajo, viene dada por la siguiente fórmula:

$$R = R' \cdot (1 + y_s + y_p)$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Donde:

- R Resistencia del conductor, con corriente alterna, a la temperatura de trabajo (Ω/m).
- R' Resistencia del conductor, con corriente continua, a la temperatura de trabajo(Ω/m).
- y_s Factor de efecto pelicular.
- y_p Factor de efecto de proximidad.

3.5.2.3 CRITERIO POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Las fórmulas que se van a utilizar, para aplicar el criterio de selección por cortocircuito, son las siguientes:

$$\frac{I_{CC}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Para ello se calculará la sección por cortocircuito mínima necesaria:

$$S_{cc} = \frac{I_{CC} \cdot \sqrt{t_{cc}}}{K}$$

Donde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito (A). Se considera provisionalmente la corriente de la subestación SE 400kV Valdecarretas a falta de información sobre el cortocircuito en el punto de conexión: 18,75 kA.
- S Sección del conductor (mm^2).
- K Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito (adimensional). Se considera 94 para Aluminio.
- t_{cc} Duración del cortocircuito (s). Se ha estimado en 0,5 segundos.

Por lo tanto, se tiene que cumplir que:

Sección elegida > S_{cc}

3.6 CÁLCULO DIMENSIONADO DE TUBOS

Según se desarrolla en el apartado 4.2 de la ITC-LAT-06, "El diámetro interior de los tubos no será inferior a la vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito, en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo."

- Diámetro mínimo interior del tubo:

$$\emptyset_{mín.t} = 1{,}5 \cdot \emptyset_{aparente}$$

Donde:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- $Ø_{mín.t}$ Diámetro mínimo interior tubo (mm).
- $Ø_{aparente}$ Diámetro aparente del conjunto de cables (mm).

Los resultados se han expresado en la tabla a continuación:

Tramo	Sección (mm²)	Diámetro exterior cable aprox. (mm)	Nº cables/tubo	Diámetro aparente aprox. (mm)	Diámetro int. tubo mínimo (mm)	Diámetro tubo elegido (mm)
MT	400	45,10	3	97,18	145,77	250

Tabla 16 Resultado dimensionamiento de tubos para circuitos de corriente alterna.

Según resultados obtenidos, para los tramos entubados se ha escogido un diámetro de tubo de 250 mm, siendo este valor conservador con los diámetros mínimos interiores obtenidos y espesores estándares utilizados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para los circuitos de corriente continua y corriente alterna. Tal y como se muestra en las siguientes tablas, queda comprobado el cumplimiento del criterio de la intensidad máxima admisible y caída de tensión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1 RESULTADOS CORRIENTE CONTINUA



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TABLA DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS | CORRIENTE CONTINUA

| Método de instalación | Canal | | |

CALCULO FUSIBLES SALIDA INVERSOR

ESCENARIO		
	TªCuadro fusibles (ºC)	50
	Kt fusible	0,880
	TªAmbiente (ºC)	40
	FC. Temperatura Terreno	0,85

FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	TEMPERATURA TERRENO CONSIDERADA												
					FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.1.1.1	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.2.1	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.3.1	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.4.1	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.5.1	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.6.1	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.1.7.2	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.8.2	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.9.2	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.10.2	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.11.2	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.12.2	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.1.13.3	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.14.3	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.15.3	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.16.3	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.17.3	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.18.3	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.1.19.4	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.20.4	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.21.4	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.22.4	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.23.4	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.24.4	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.1.25.5	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.26.5	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.27.5	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.28.5	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.29.5	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.1.30.5	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumental.cofnaes.es/validarCSV.aspx

FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.2.1.6	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.2.6	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.3.6	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.4.6	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.5.6	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.6.6	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.2.7.7	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.8.7	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.9.7	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.10.7	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.11.7	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.12.7	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.2.13.8	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.14.8	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.15.8	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.16.8	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.17.8	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.18.8	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.2.19.9	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.20.9	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.21.9	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.22.9	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.23.9	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.24.9	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
FUSIBLES	Sección (mm2)	Imax (A)	Intensidad Admisible conductor (A)	Nº Circuitos agrupados	FC			Fusible elegido (A)	IFusible corregida (A)	CUMPLE FUSIBLE	CUMPLE FUSIBLE Tº	CONDICIONES			VALORES INTENSIDADES (A)		
					FC. Temperatura	FC. Agrupación	Factor de corrección Total					If>1,25*Imax (A)	If<=2,4*max (A)	If<Imáx adm corregida (A)	1,25*Imax (A)	2,4*Imax (A)	Imáx adm corregida (A)
HERC.CC.2.25.10	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.26.10	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.27.10	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.28.10	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.29.10	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64
HERC.CC.2.30.10	240	161,66	439,00	15	0,91	0,70	0,64	250	220,00	OK	OK	OK	OK	OK	202,07	387,98	279,64

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumental.sicares.es/validarCsv.aspx

4.2 RESULTADOS CORRIENTE ALTERNA

CONDICIONES DE SERVICIO	
TENSIÓN DE SERVICIO (V)	30.000
TEMPERATURA TERRENO (ºC)	22
RESISTIVIDAD TERMICA TERRENO (K·m/W)	1,51
METODO INSTALACIÓN	Bajo tubo / BT (D2)
DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE CIRCUITOS (m)	0,20
FACTOR DE POTENCIA	0,9
INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO (A)	18.750
DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (s)	1

DATOS BÁSICOS CONDUCTOR	
DESIGNACIÓN	AL RHZ1
TENSIÓN NOMINAL	18/30
TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED	36
MATERIAL DEL CONDUCTOR	AL
TIPO DE AISLAMIENTO	XLPE
TEMPERATURA DE SERVICIO	90
TEMPERATURA DE SERVICIO MAXIMA EN CORTA DURACION	250
CONSTANTE K	94

																									VALIDACIÓN DE CONDICIONES			PÉRDIDAS DE POTENCIA
Tramo	Potencia Aparente Nominal (kVA)	Tensión Servicio (V)	Intensidad Calculada (A)	Material del conductor	Longitud Tramo planos (m)	Sobredimensionamiento (5%)	Longitud E/S	Longitud Tramo (m)	Sección Adoptada (mm2)	Intensidad admisible (A)	?trabajo conductor Est. Térmi ºC	Tª Trabajo conductor (calculada) ºC	Número cables por fase	Método inst	Separación circuitos (m)	Nº Circuitos en zanja	Profundidad circuitos zanja (m)	Factor corrección Tª	Factor corrección resistividad	Factor corrección Profundidad	Factor corrección agrupación	Factor de corrección	Intensidad Admisible Conductor x F.C. (A)	*Resistencia trabajo a Tª Est. Térm. (Ω/km)*	*Reactancia (Ω/km)*	C. de T. Actual (V)	C. de T. Acumulada (V)	C. de T. Porcentual Acumulada (%)	% Carga del Conductor	Sccmin (mm2)	*Por C.d.T.*	*Por Intensidad*	*Por Cortocircuito*	Pérdida Potencia (kW)
HERC.PB.1-HERC.PB.2	6.250	30.000	120,28	AL	13,15	0,66	10,00	23,81	400	415	90,00	27,71	1	BT	0,20	2	1,00	1,02	0,998	1,00	0,83	0,85	352	0,102	0,102	0,68	0,68	**0,002%**	34,16%	199	OK	OK	OK	0,11
HERC.PB.2-SET	12.500	30.000	240,56	AL	57,05	2,85	10,00	69,90	400	415	90,00	44,85	1	BT	0,20	3	1,00	1,02	0,998	1,00	0,75	0,77	318	0,102	0,102	3,97	4,64	**0,015%**	75,60%	199	OK	OK	OK	1,24

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN CALCULOS ELÉCTRICOS RED DE TIERRAS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A02

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO II
CÁLCULOS ELÉCTRICOS
RED DE TIERRAS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

INDICE

1 OBJETO 5

2 NORMATIVA RELACIONADA RED DE TIERRAS 6

3 DATOS DE ENTRADA 7

4 CÁLCULOS DE DIMENSIONADO DE LA RED DE TIERRA DEL CONTENEDOR MT .. 8

4.1.1 CÁLCULOS DE LAS MÁXIMAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO ADMISIBLES 8

4.2 DIMENSIONADO DE LA MALLA DE TIERRA DEL CONTENEDOR DE MEDIA TENSIÓN 10

4.3 CÁLCULO DE LA MÁXIMA CORRIENTE MONOFÁSICA A TIERRA 10

4.4 COMPROBACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO 11

4.5 JUSTIFICACIÓN DE LA UNION DE TIERRAS 11

4.6 RESULTADOS 12

4.6.1 PUESTA A TIERRA DEL CONTENEDOR DE MEDIA TENSIÓN 12

4.6.2 SELECCIÓN DEL ELECTRODO 13

5 CONCLUSIONES 15

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO

El presente anexo se realiza con el objeto de mostrar los cálculos eléctricos correspondientes al dimensionado de la red de tierra de los centros de transformación del Sistema de Almacenamiento en Baterías que después se conectarán con la Subestación.

Para la elección final de la malla de tierra se realizan los cálculos indicados en el procedimiento ITC RAT y en la IEEE Std 80.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 NORMATIVA RELACIONADA RED DE TIERRAS

- ITC-RAT 13: Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de Alta Tensión
- UNE-EN 60228: Conductores de cables aislados.
- IEC 60364: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 61643-11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.
- IEC 61140: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.
- RBT - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC-BT 21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
- UNE 36092: Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 DATOS DE ENTRADA

Características del terreno

ρ_s: Resistividad del terreno	100 Ω·m
ρ_{s_grava}: Resistividad de la capa de grava	3.000 Ω·m

Características eléctricas del contenedor de MT

Tipo de instalaciones del neutro	Neutro aislado
U: Tensión de servicio	30 kV
U_{nbt}: Tensión de aislamiento BT	8 kV
t: Tiempo de despeje de la falta de las protecciones	0,5 s
Dimensiones del contenedor de media tensión	6,058 x 2,896 x 2,438 m

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 CÁLCULOS DE DIMENSIONADO DE LA RED DE TIERRA DEL CONTENEDOR MT

A continuación, se reportan los cálculos de dimensionado de la red tierra de un contenedor de media tensión aislado con transformador en intemperie según el procedimiento ITC RAT-13.

4.1.1 CÁLCULOS DE LAS MÁXIMAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO ADMISIBLES

En función del tiempo de despeje de la falta el Reglamento proporciona los valores de máxima tensión de paso y de contacto admisible por el cuerpo humano.

$$0{,}1 < t \leq 0{,}9\ s \ \rightarrow\ k = 72\ ;\ n = 1$$

$$0{,}9 < t \leq 3\ s \ \rightarrow\ k = 78{,}5\ ;\ n = 0{,}18$$

$$3 < t \leq 5\ s \ \rightarrow\ Uca = 64\ V\ ;\ Upa = 640\ V$$

$$t > 5\ s \ \rightarrow\ Vca = 50\ V\ ;\ Vpa = 500\ V$$

Así,

$$U_c = U_{ca}\left[1+\frac{R_{a1}+R_{a2}}{2\,Z_B}\right] = U_{ca}\left[1+\frac{\frac{R_{a1}}{2}+1{,}5\rho_S}{1000}\right]$$

$$U_p = U_{pa}\left[1+\frac{2R_{a1}+2R_{a2}}{Z_B}\right] = 10\,U_{ca}\left[1+\frac{2R_{a1}+6\rho_S}{1000}\right]$$

Donde:

R_{a1}: resistencia del calzado; 2.000 Ω.

ρ_s: resistividad superficial del terreno.

U_{ca}: valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta.

U_{pa}: Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. (U_{pa}=10 U_{ca}).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La resistividad superficial del terreno se determina multiplicando la resistividad del terreno por el siguiente coeficiente que contempla la terminación superficial del mismo:

$$C_S = 1 - 0{,}106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_S + 0{,}106} \right)$$

Donde:

hs: Espesor de la capa superficial.

ρ^*: Resistividad eléctrica de la capa superficial

El contenedor de media tensión presenta en su superficie una capa de grava de 30 cm de espesor.

El valor admisible de la tensión de contacto será de 204 V, para un tiempo de despeje de la falla de 0,5 s, conforme a la tabla:

Duración de la corriente de falta, t_F (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Así se obtienen los siguientes valores:

$$U_c = 1.029\ V$$

$$U_p = 35.048\ V$$

En los próximos apartados se comprobará que con el sistema de puesta a tierra elegido los valores de U'_p y U'_c existentes en la instalación sean inferiores a los máximos admisibles Uc y U_p.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2 DIMENSIONADO DE LA MALLA DE TIERRA DEL CONTENEDOR DE MEDIA TENSIÓN

Se diseña una malla de tierra rectangular de dimensiones 76,4 x 47,2 metros, con las siguientes características:

Características de la malla de tierra del centro de trasformación

Dimensiones malla de tierra	76,4 x 47,2 m
Profundidad de instalación	0,8 m
Número de picas	4
Longitud de las picas	4 m

Se calcula primeramente la resistencia de puesta a tierra de la malla propuesta:

$$R_g = \rho \times \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \times A}} \times \left(1 + \frac{1}{1 + h \times \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = 10{,}57\ \Omega$$

Donde:

A: Superficie cubierta por la malla de tierras.

L_T: Longitud total del conductor enterrado incluyendo las picas.

h: Profundidad de instalación de la malla de tierras.

En los próximos apartados se verificará si las características de esta malla permiten cumplir con los requisitos de tensión de paso y de contacto.

4.3 CÁLCULO DE LA MÁXIMA CORRIENTE MONOFÁSICA A TIERRA

El sistema presenta un neutro aislado, por lo tanto, la corriente monofásica a tierra es determinada por la capacidad de la red. De las simulaciones y cálculos de corriente de cortocircuito, se puede establecer de manera bastante conservadora que la corriente de fallo a tierra en el contenedor de media tensión es de:

$$I_g = 315\ A$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.4 COMPROBACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

En este apartado se comprueba si con la malla elegida las tensiones de paso y contacto son inferiores a las máximas admisibles calculadas anteriormente.

Los valores de las tensiones de paso y contacto que presenta el contenedor de media tensión son los siguientes:

$$U'_c = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g}{L_M}$$

$$U'_p = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_g}{L_S}$$

Donde, para la malla diseñada, los coeficientes toman los siguientes valores:

K_m= 0,059

K_s=0,224

L_M= 7 m

L_S=3 m

Por lo que se obtienen los siguientes valores de paso y contacto:

$$U'_c = 313{,}1\ V$$

$$U'_p = 2774{,}1\ V$$

Cabe destacar que se ha realizado el cálculo de dimensionado de la red de tierra de un contenedor de media tensión aislado. En la realidad, los centros de transformación del Sistema de Almacenamiento se interconectarán entre sí y con la red de tierra general de tierras de la planta, por lo tanto, la resistencia de la puesta a tierra será aún menor con respecto a la calculada en esta memoria, así como las tensiones de paso y contacto reales de la instalación, habiéndose calculado el caso más desfavorable posible.

4.5 JUSTIFICACIÓN DE LA UNION DE TIERRAS

Si se opta por un sistema único de protección y servicio con puestas a tierra interconectadas, implica que el neutro de baja tensión (BT) de los transformadores se vincula al electrodo de protección. Esta configuración requiere garantizar que la tensión de defecto que pueda aparecer en dicho electrodo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

no sobrepase la Ud calculada en función de las características de corte de la Subestación, tal como establece el reglamento.

Según lo indicado en el capítulo 11 de la ITC-BT-18: "la puesta a tierra de la instalación de utilización solo podrá unirse con la puesta a tierra de protección del centro de transformación si el valor de la resistencia de tierra común es suficientemente bajo como para asegurar que, al derivar la máxima corriente de defecto a tierra prevista (Id) en el centro de transformación, la tensión de defecto resultante (Vd = Id × Rt) no supere la tensión de contacto máxima permitida, definida en el punto 1.1 de la ITC-RAT-13".

Para verificar este criterio, será necesario calcular previamente la resistencia total de puesta a tierra (Rt) que resulte de la conexión de todos los sistemas de puesta a tierra: las mallas de las Power Stations, los contenedores de baterías, el centro de seccionamiento, el electrodo horizontal de la red de BT, así como las picas que actúan en paralelo en la instalación.

$$R_{malla} = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$$

$$R_{picas} = \frac{\rho}{N^{o}_{picas} \cdot L_{pica}}$$

Siendo ρ la resistividad media del terreno, L la longitud total del electrodo, Lpica la longitud de cada pica, r el radio equivalente del círculo cuya área es el área de la malla. Ambas resistencias totales se sumarán en paralelo para obtener la Rt definitiva.

Una vez calculada esta resistencia comprobaremos que la tensión resultante es menor que la máxima tensión de defecto permitida por el sistema.

4.6 RESULTADOS

4.6.1 PUESTA A TIERRA DEL CONTENEDOR DE MEDIA TENSIÓN

Dada la diversidad de situaciones que pueden presentarse en las redes de cada compañía suministradora, en ciertos casos es necesario realizar este cálculo utilizando una intensidad máxima de defecto de carácter empírico y un tiempo máximo de apertura, siendo ambos valores —al igual que los demás parámetros necesarios— facilitados por la propia compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\,max} = \frac{Un}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Donde:

Un Tensión de servicio [kV]

Rn Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Xn Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

Id max cal. Intensidad máxima calculada [A]

La Id máx en este caso será:

Id max cal. = 500 A

Cálculo de la intensidad de defecto máxima (Id) y la resistencia máxima de las masas de los contenedores de baterías (RT).

A partir del dato de intensidad de defecto máxima fase-tierra (Idm) de 500 A se determina que la resistencia de puesta a tierra máxima es 24,49 Ω.

4.6.2 SELECCIÓN DEL ELECTRODO

En primer lugar, se calcula el coeficiente mínimo Kr y, posteriormente, se selecciona la configuración más adecuada al sistema planteado.

Se parte de la hipótesis de que el tipo de terreno corresponde a arena arcillosa, cuya resistividad, según la ITC-RAT 13, se sitúa entre 50 y 500 Ω·m. Al tratarse de un terreno húmedo, se adopta un valor bajo de resistividad. Por tanto, se establece un valor intermedio de 75 Ω·m para los cálculos.

Dado que existen zonas con resistividad baja (75 Ω·m), se asume que toda la planta presenta esta característica para evitar discrepancias durante la ejecución de la obra. A partir de ello, se calcula el coeficiente Kr:

$$Kr = \frac{24{,}49}{75} = 0{,}326$$

Consultando la tabla adjunta anteriormente, se selecciona una configuración de malla de 7 x 3 m. Dentro de esa malla, se elige la configuración que más se aproxima al valor de Kr obtenido; concretamente, la opción 80-40/8/44, que presenta un Kr de 0,059. Esta configuración incluye picas, lo cual aporta mayor seguridad al sistema.

En consecuencia, la malla de puesta a tierra será de 7 x 3 m, con 4 picas de 4 metros de longitud, instaladas a una profundidad de 0,8 metros.

El electrodo de puesta a tierra tendrá una sección de 50 - 95 mm² de cobre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A continuación, se adoptan los coeficientes correspondientes a la configuración seleccionada:

$$K'_r = 0{,}063$$

$$R'_t = 4{,}725\ \Omega$$

$$K'_c (K'_{p-acc} = 0{,}0277$$

$$K_p = 0{,}0095$$

A partir de estos valores, se procede al cálculo de la nueva intensidad de defecto (I'd) y de las tensiones de paso y contacto (U'p y U'p-acc) del electrodo definido.

Los cálculos de puesta a tierra de los contenedores de media tensión se realizarán tomando como valor máximo de resistividad del terreno 75 Ω·m.

Una vez tomados los coeficientes de la configuración escogida y aplicando las fórmulas detalladas en el punto 5.2, 5.3 y 5.4 obtenemos los siguientes resultados:

$$X_n = 34{,}64\ \Omega\ (calculada\ con\ la\ I_d\ inicial)$$

$$I'_d = 124{,}25\ A$$

$$U'_p = 5{,}17\ V$$

$$U'_{d-acc} = 14{,}73\ V$$

$$U'_d = 587{,}53\ V$$

Y a continuación calculamos los valores máximos admisibles por los contenedores para un tiempo máximo de duración de la falta de 1 segundo para comprobar que nuestro electrodo cumple las condiciones necesarias:

$$U_{BT} = 10000\ V > U'_d = 587{,}53\ V \rightarrow CUMPLE$$

$$U_{p-acc} = 11021\ V > U'_{p-acc} = 14{,}73\ V \rightarrow CUMPLE$$

$$U_p = 2774{,}1\ V > U'_p = 5{,}17\ V \rightarrow CUMPLE$$

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 CONCLUSIONES

El diseño de la red de tierras se ha realizado mediante el cálculo en condiciones más desfavorables y con los equipos más potentes de la instalación, que son los contenedores de media tensión, que portan el transformador, los cálculos han sido realizados tomando como aislado este contenedor, por lo que se han sobredimensionado los conductores y picas de acuerdo a este cálculo, pero la realidad es que las tierras de toda la instalación estarán interconectadas, disminuyendo enormemente los valores de tensión paso y contacto calculados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN CALCULOS ELÉCTRICOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A03

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO III
CÁLCULOS ELÉCTRICOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

INDICE

1 OBJETO 5

2 NORMATIVA 6

3 DIRECTIVAS TÉCNICAS DE APOYO 7

4 LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES 8

5 NIVELES DE REFERENCIA 9

6 DEFINICIONES 10

7 MEDIDAS PARA LIMITAR LAS EMISIONES 11

8 COMPOSICIÓN DEL EQUIPOS 12

9 CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS 13

9.1 INFORME DE ANÁLISIS DE SIMULACIÓN ELECTROMAGNÉTICA 13

9.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN 14

9.3 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO CONTENEDORES DE ALMACENAMIENTO 22

9.3.1 VALOR MÁXIMO DE INTENSIDAD DE CAMPO 22

9.3.2 ANÁLISIS DEL CAMPO ELÉCTRICO 22

9.3.3 ANÁLISIS DEL CAMPO MAGNÉTICO 23

9.3.4 ESTIMACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO 25

10 CONCLUSIONES 32

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO

Se realiza a continuación el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de los centros de transformación, para dar cumplimiento al RD 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), donde se indica que se deberán realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001.

El alcance comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que puedan alcanzarse en dicho entorno haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 NORMATIVA

RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

RD 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC - RAT 01 a 23.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 DIRECTIVAS TÉCNICAS DE APOYO

- ITC-RAT-15: Límites de campo magnético alrededor de instalaciones de alta tensión
- -ITC-RAT-20: Requisitos de informes de proyectos de ingeniería
- UNE-CLC/TR 50453 IN: Norma para evaluar campos electromagnéticos alrededor de transformadores

Niveles de Referencia (RD 1066/2001, Tabla 2:

3.1 Niveles de campo.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E — (V/m)	Intensidad de campo H — (A/m)	Campo B — (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana — (W/m^2)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037\ f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Nota: Para los campos magnéticos generados a frecuencia industrial (50Hz), el nivel de referencia se establece en 100 microteslas (100 μT).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES

Los límites establecidos se cumplirán en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas y en la exposición a las emisiones de los equipos terminales.

Restricciones básicas. Dependiendo de la frecuencia, se emplearán las siguientes cantidades físicas:

Entre 0 y 1 Hz se proporcionan restricciones básicas de la inducción magnética para campos magnéticos estáticos (0 Hz) y de la densidad de corriente para campos variables en el tiempo de 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso.

Entre 1 Hz y 10 MHz se proporciona restricciones básicas de la densidad de corriente para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso. Este es el ámbito de aplicación de nuestro estudio ya que la frecuencia de la corriente generada son 50 Hz.

Las restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos dentro del ámbito de la instalación estudiada es el siguiente:

Gama de frecuencia	Inducción magnética (mT)	Densidad de corriente (mA/m2) rms	SAR medio de cuerpo entero (W/kg)	SAR localizado (cabeza y tronco W/kg)	SAR localizado (miembros) (W/kg)	Densidad de potencia S (W/m2)
4-1.000 Hz	-	2	-	-	-	-

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 NIVELES DE REFERENCIA

Los niveles de referencia para limitar la exposición se obtienen a partir de las restricciones básicas, presuponiendo un acoplamiento máximo del campo con el individuo expuesto, con lo que se obtiene un máximo de protección.

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos:

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (µT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m2)
0,025-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-

La densidad de flujo o inducción magnéticos es una magnitud vectorial (**B**) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en (T).

En espacios libres y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia de 1 T = $4\pi 10^{-7}$ A/m.

Para el caso que nos ocupa y considerando que la frecuencia de red es de 0,05 kHz, los límites máximos de referencia son los siguientes:

- Intensidad de campo E = 5000 V/m
- Intensidad de campo H = 80 A/m
- Campo Magnético B = 100 µT

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 DEFINICIONES

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente.

El campo eléctrico **E** se expresa en voltios por metro (V/m), o su múltiplo en kV/m.

Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte da como resultado un campo magnético más fuerte. También se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes. La intensidad de campo magnético **H** en un punto dado del espacio se define como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto, y se expresa en amperios por metro (A/m).

Así pues, el campo eléctrico existe siempre que haya cargas eléctricas, mientras que sólo hay campo magnético cuando esas cargas están en movimiento, es decir, cuando hay un flujo de corriente eléctrica. Es más habitual representar el campo magnético mediante la inducción magnética o densidad de flujo magnético **B**.

Este término se relaciona con H mediante la permeabilidad magnética μ:

$$\boldsymbol{B} = \mu \boldsymbol{H}$$

La unidad de medida del campo magnético en el Sistema Internacional de unidades es el Tesla (T) o sus fracciones, en particular el microtesla (μT). En algunos países se utiliza también el Gauss (G). Las equivalencias son las siguientes:

1 T = 10.000 G

Una de las propiedades del campo electromagnético es transmitir energía a grandes distancias por medio de ondas, en ausencia de cualquier medio material. Esta energía se asocia con el producto vectorial del campo eléctrico y del magnético. Dicho producto se denomina vector de Poynting (S) y representa la densidad de flujo de energía de una onda electromagnética por unidad de tiempo.

La longitud de onda y la frecuencia determinan otra característica importante de los campos electromagnéticos. Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (longitudes de onda más cortas) transportan más energía que los de las ondas de menor frecuencia (longitudes de onda más largas).

El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja 50 Hz, lo que se denomina 'frecuencia industrial', dentro de la región de las radiaciones no ionizantes del espectro, por lo que transmiten muy poca energía. Además, a frecuencias tan bajas el campo electromagnético no puede desplazarse, lo que implica que desaparece a corta distancia de la fuente que lo genera.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 MEDIDAS PARA LIMITAR LAS EMISIONES

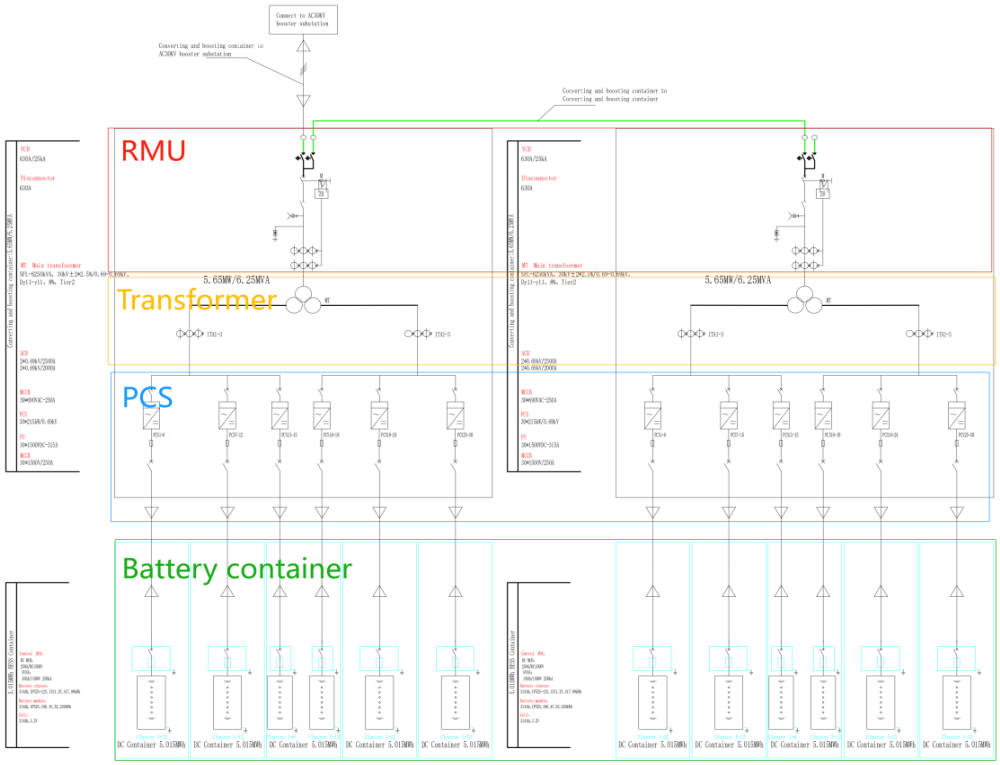
En el diseño de la instalación se consideran los siguientes aspectos que producen una reducción en las emisiones con respecto a no tenerlos en cuenta. Son los siguientes:

- Transformadores dentro del contenedor/skid de MT del cerramiento exterior para evitar emisiones al exterior.
- En la medida de lo posible se distribuirán las acometidas de los cables en diferentes puntos para evitar concentraciones de campo.
- Los cables subterráneos salientes cuentan con una pantalla metálica que atenúa su campo eléctrico, y se agruparán por ternas de forma que el campo magnético generado se compense.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 COMPOSICIÓN DEL EQUIPOS

El equipo para el cálculo de emisiones de campo electromagnético y simulación incluye el compartimento de baterías de almacenamiento, el transformador y el inversor de almacenamiento de energía PCS, el armario de anillo y el terminal de salida.



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

El informe de cálculo y simulación es el siguiente:

1) MVS5140-LS Informe de Análisis de Simulación Electromagnética
2) Estudio del Campo Electromagnético alrededor del PCS de Almacenamiento de Energía
3) Informe de Evaluación de Cumplimiento Electromagnético para el Sistema de Almacenamiento de Energía de Batería de Fosfato de Hierro de Litio de 5MWh (BESS)
4) Informe de simulación electromagnética de la unidad de anillo principal y terminal de salida

9.1 INFORME DE ANÁLISIS DE SIMULACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

1. Propósito:

Comprender la distribución del campo magnético en el entorno circundante cuando el transformador MVS5140-LS opera bajo carga nominal.

2. Conclusión de la simulación:

El campo magnético de fuga del producto MVS5140-LS cumple con los requisitos de diseño.

3. Modelo de simulación:

El modelo de simulación electromagnética se muestra en la Figura 1. Dado que el transformador tiene una estructura no simétrica, se adoptó un enfoque de modelado 3D para la simulación, como se ilustra en la Figura 2. El modelo del transformador incluye componentes clave como la bobina de alta tensión, la bobina de baja tensión, el tanque de aceite, el núcleo, las estructuras de sujeción, la placa de cubierta del tanque de baja tensión y otros, con todas las dimensiones modeladas de acuerdo con las especificaciones reales.

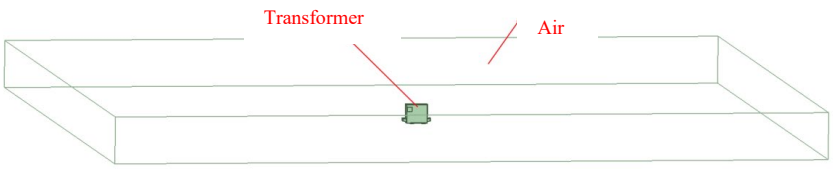


Figura 1 Modelo de simulación electromagnética

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

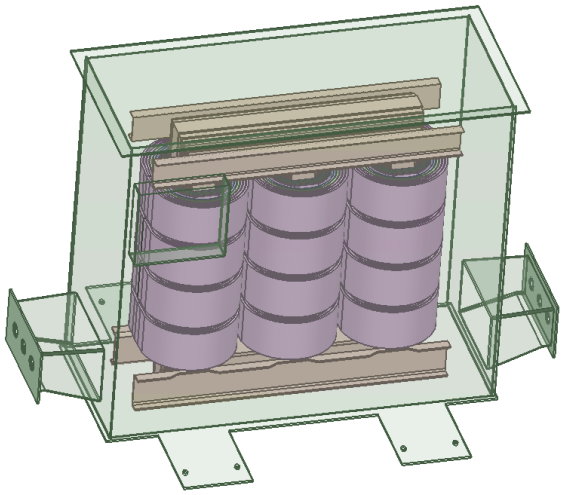


Figura 2 Modelo de simulación del transformador

Descripción del modelo:

- Dimensiones del dominio de aire (L×W×H): 82×77×5 m.
- Dimensiones internas del tanque de aceite (L×W×H): 2,2×1,948×0,89 m.
- Las dimensiones del modelo del transformador (L×W×H) corresponden al eje X, eje Z y eje Y, respectivamente.

Parámetros de simulación:

- El transformador opera bajo carga nominal, con la corriente del devanado de baja tensión en 2614,8 A y la corriente del devanado de alta tensión en 34,7 A.
- El tanque de aceite está hecho de material Q355B (acero estructural), y se aplica la condición de frontera de impedancia durante la simulación.
- La placa de cubierta del tanque de baja tensión está hecha de acero no magnético.

9.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

El tanque de aceite del transformador, construido con material Q355B y una permeabilidad relativa de aproximadamente 400, proporciona apantallamiento magnético durante la operación. Esto confina el campo magnético principalmente dentro del tanque, resultando en una muy baja intensidad del campo magnético externo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La Figura 3 muestra el contorno de distribución de la densidad de flujo magnético de fuga en el plano Z (trifásico) del transformador. El campo magnético de fuga máximo ocurre cerca del tanque de baja tensión externo. La intensidad del campo magnético en una posición a 2 m de distancia del terminal de baja tensión es aproximadamente 0.05 µT.

- La Figura 4 muestra el contorno de distribución de la densidad de flujo magnético de fuga en el plano X (monofásico) del transformador. El campo magnético de fuga en el aire se concentra principalmente en la parte inferior del tanque. La intensidad del campo magnético en una posición a 2 m de distancia de la pared del tanque es aproximadamente 0.017 µT.

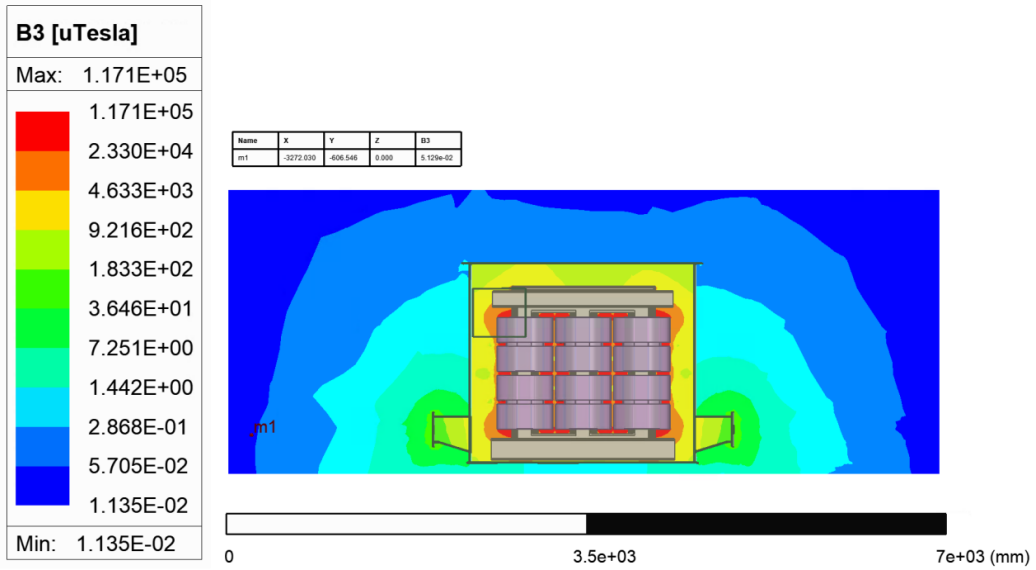


Figura 3 Contorno de Distribución de Flujo Magnético de Fuga en el Plano Z del Transformador

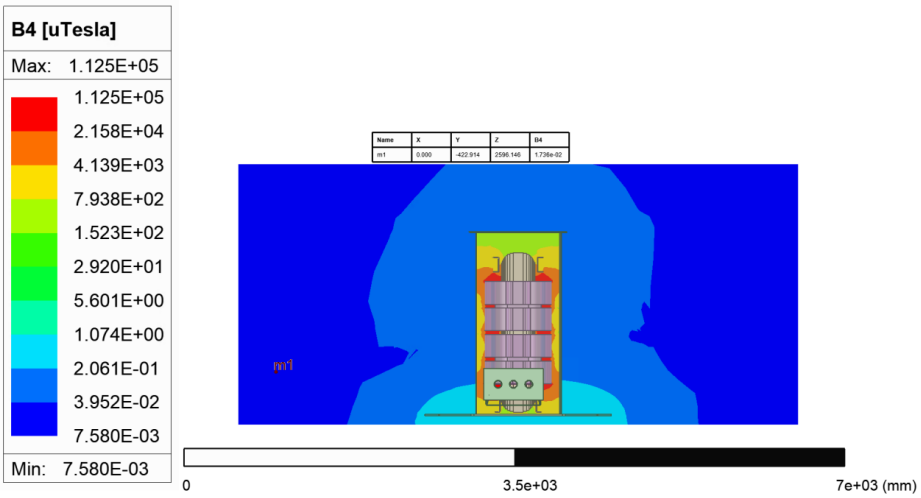


Figura 4 Contorno de Distribución de Flujo Magnético de Fuga en el Plano X del Transformador.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se seleccionaron ubicaciones representativas en el entorno a partir de los resultados de la simulación para medir la densidad de flujo magnético como puntos de monitoreo. La Figura 5 ilustra las posiciones de estos puntos de monitoreo. En la figura, las alturas de 0,5 m, 0,9 m, 1,55 m y 2,15 m representan elevaciones sobre el nivel del suelo. Entre estos, los puntos de monitoreo a 0,5 m, 0,9 m y 1,55 m están posicionados a 3,4 m hacia afuera de la pared del tanque del transformador, mientras que el punto de monitoreo de 2,15 m se extiende 4,5 m hacia afuera del centro del transformador

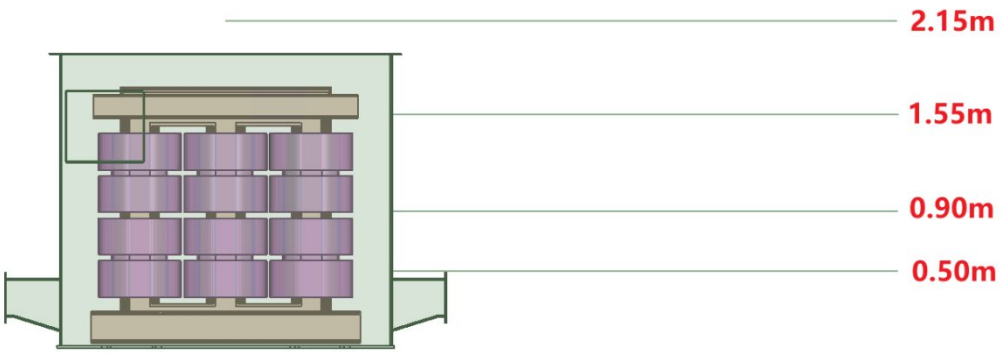


Figura 5 Ubicaciones de los Puntos de Monitoreo de Densidad de Flujo Magnético

Las figuras 6 a 9 muestran las curvas de tendencia de variación de la densidad de flujo magnético a diferentes alturas sobre el nivel del suelo. Los resultados indican que la densidad de flujo magnético alcanza su valor máximo de aproximadamente 46 µT a una posición a 0,4 m de la pared del tanque. A medida que aumenta la distancia horizontal desde la pared del tanque, la densidad de flujo magnético en el entorno disminuye drásticamente.

La tabla 1 enumera los valores de densidad de flujo magnético en cada punto de monitoreo. A partir de la tabla 1, se puede observar que la densidad de flujo magnético a una altura de 0,5 m sobre el nivel del suelo es relativamente alta. Sin embargo, a una distancia horizontal de aproximadamente 1 m de la pared del tanque, la densidad de flujo magnético se reduce a menos de 1 µT.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

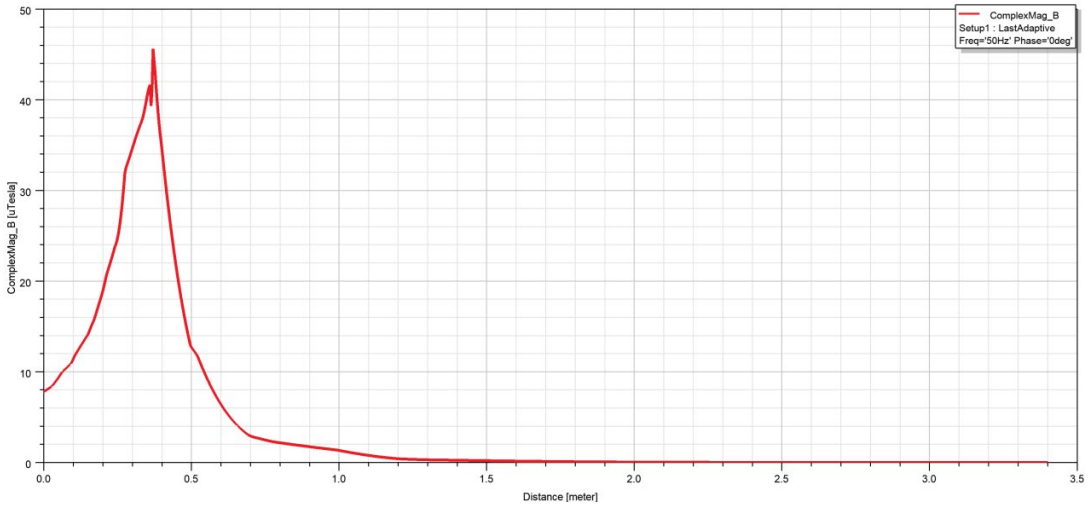


Figura 6 Densidad de flujo magnético en el punto de monitoreo a 0.5 m de altura

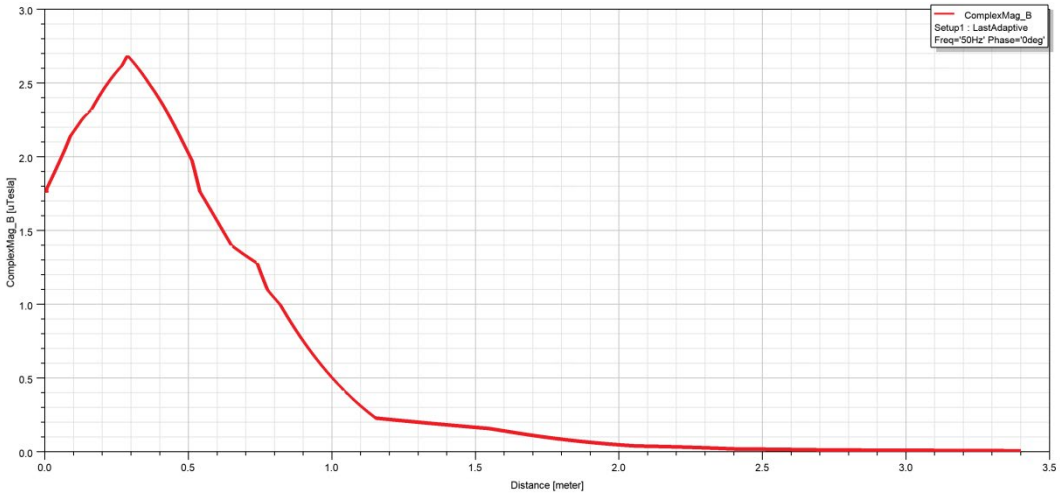


Figura 7 Densidad de flujo magnético en el punto de monitoreo a 0.5 m de altura

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

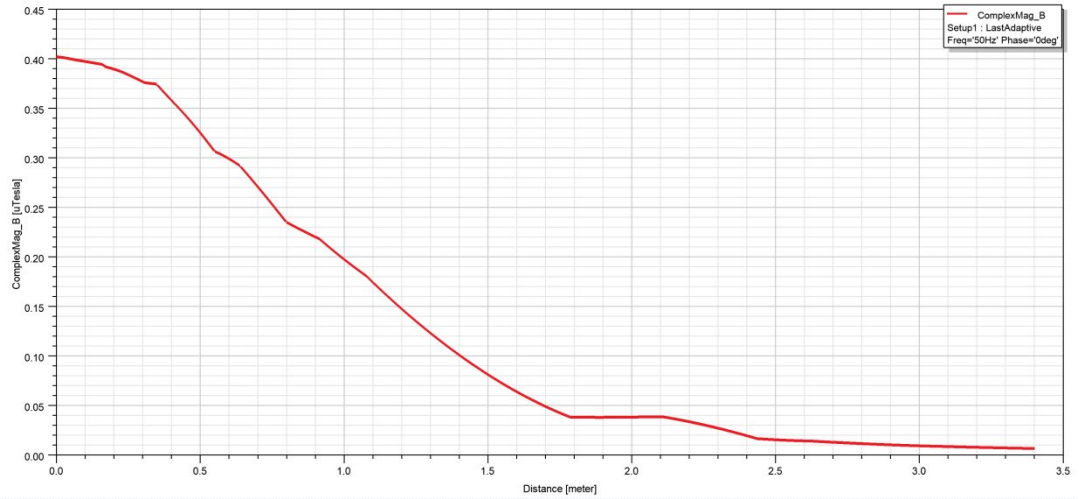


Figura 8 Densidad de flujo magnético en el punto de monitoreo a 0.5 m de altura

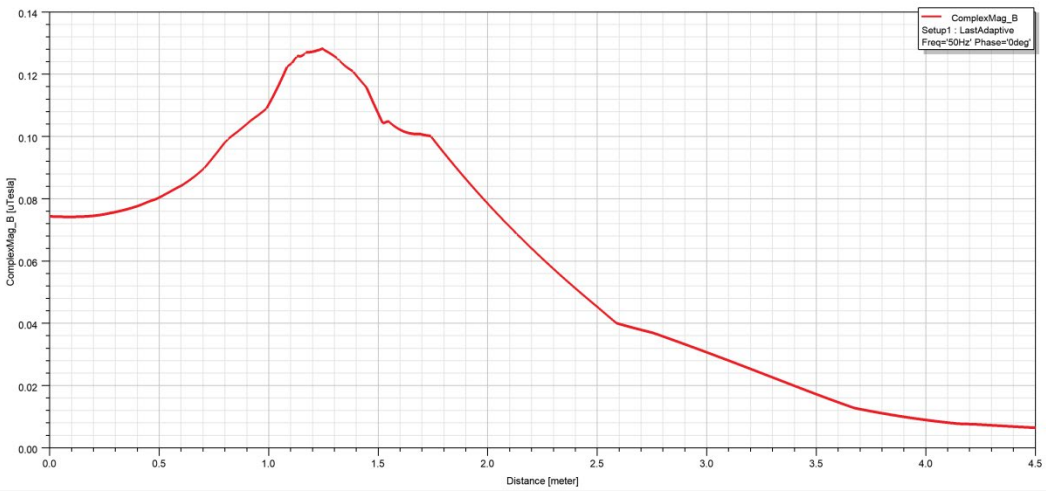


Figura 9 Densidad de flujo magnético en el punto de monitoreo a 0.5 m de altura

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 1 Densidad de flujo magnético en los puntos de monitoreo

No.	altura0.5m		altura0.9m		altura1.55m		altura2.15m	
	distancia，m	densidad de flujo magnéticoB，μT	distancia，m	densidad de flujo magnéticoB，μT	distancia，m	densidad de flujo magnéticoB，μT	distancia，m	densidad de flujo magnéticoB，μT
1	0.000	7.801E+00	0.000	1.754E+00	0.000	4.018E-01	0.000	7.437E-02
2	0.034	8.669E+00	0.034	1.894E+00	0.034	4.006E-01	0.045	7.425E-02
3	0.069	1.017E+01	0.069	2.040E+00	0.069	3.986E-01	0.091	7.421E-02
4	0.103	11.61	0.103	2.18	0.103	0.397	0.136	0.07426
5	0.137	13.47	0.137	2.27	0.137	0.395	0.182	7.441E-02
6	0.172	1.581E+01	0.172	2.348E+00	0.172	3.918E-01	0.227	7.477E-02
7	0.206	1.968E+01	0.206	2.458E+00	0.206	3.888E-01	0.273	7.535E-02
8	0.240	2.367E+01	0.240	2.551E+00	0.240	3.850E-01	0.318	7.602E-02
9	0.275	3.180E+01	0.275	2.636E+00	0.275	3.803E-01	0.364	7.684E-02
10	0.309	3.553E+01	0.309	2.639E+00	0.309	3.757E-01	0.409	7.786E-02
11	0.343	39.14	0.343	2.55	0.343	0.3745	0.455	0.07914
12	0.378	42.93	0.378	2.455	0.378	0.3649	0.500	8.038E-02
13	0.412	3.104E+01	0.412	2.350E+00	0.412	3.543E-01	0.545	8.210E-02
14	0.446	2.212E+01	0.446	2.230E+00	0.446	3.436E-01	0.591	8.385E-02
15	0.481	1.541E+01	0.481	2.101E+00	0.481	3.320E-01	0.636	8.583E-02
16	0.515	1.204E+01	0.515	1.960E+00	0.515	3.197E-01	0.682	8.832E-02
17	0.549	9.556E+00	0.549	1.734E+00	0.549	3.067E-01	0.727	9.160E-02
18	0.584	7.329E+00	0.584	1.621E+00	0.584	3.016E-01	0.773	9.559E-02
19	0.618	5.566E+00	0.618	1.506E+00	0.618	2.957E-01	0.818	9.935E-02
20	0.653	4.218E+00	0.653	1.396E+00	0.653	2.870E-01	0.864	1.019E-01
21	0.687	3.207E+00	0.687	1.347E+00	0.687	2.754E-01	0.909	0.1045
22	0.721	2.733	0.721	1.301	0.721	0.2633	0.955	0.107
23	0.756	2.457	0.756	1.198E+00	0.756	2.510E-01	1.000	1.102E-01
24	0.790	2.237E+00	0.790	1.065E+00	0.790	2.385E-01	1.045	1.164E-01
25	0.824	2.080E+00	0.824	9.846E-01	0.824	2.312E-01	1.091	1.227E-01
26	0.859	1.930E+00	0.859	8.741E-01	0.859	2.260E-01	1.136	1.258E-01
27	0.893	1.785E+00	0.893	7.723E-01	0.893	2.211E-01	1.182	1.271E-01
28	0.927	1.645E+00	0.927	6.787E-01	0.927	2.149E-01	1.227	1.277E-01
29	0.962	1.509E+00	0.962	5.926E-01	0.962	2.065E-01	1.273	1.270E-01
30	0.996	1.374E+00	0.996	5.135E-01	0.996	1.985E-01	1.318	1.247E-01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

31	1.030	1.166E+00	1.030	4.410E-01	1.030	1.908E-01	1.364	1.219E-01
32	1.065	9.749E-01	1.065	0.3745	1.065	1.834E-01	1.409	1.188E-01
33	1.099	8.033E-01	1.099	3.137E-01	1.099	1.746E-01	1.455	1.145E-01
34	1.133	0.6529	1.133	0.2583	1.133	0.1652	1.500	0.1074
35	1.168	0.5264	1.168	0.2257	1.168	0.1560	1.545	1.049E-01
36	1.202	4.270E-01	1.202	2.191E-01	1.202	1.471E-01	1.591	1.025E-01
37	1.236	3.765E-01	1.236	2.126E-01	1.236	1.384E-01	1.636	1.012E-01
38	1.271	3.403E-01	1.271	2.062E-01	1.271	1.301E-01	1.682	1.008E-01
39	1.305	3.117E-01	1.305	1.999E-01	1.305	1.220E-01	1.727	1.003E-01
40	1.339	2.964E-01	1.339	1.937E-01	1.339	1.142E-01	1.773	9.717E-02
41	1.374	2.763E-01	1.374	1.876E-01	1.374	1.066E-01	1.818	9.320E-02
42	1.408	0.2583	1.408	1.816E-01	1.408	9.937E-02	1.864	8.935E-02
43	1.442	2.410E-01	1.442	1.757E-01	1.442	9.238E-02	1.909	8.561E-02
44	1.477	2.244E-01	1.477	1.698E-01	1.477	8.567E-02	1.955	8.198E-02
45	1.511	2.086E-01	1.511	1.640E-01	1.511	7.924E-02	2.000	7.846E-02
46	1.545	1.934E-01	1.545	1.582E-01	1.545	7.309E-02	2.045	7.503E-02
47	1.580	1.790E-01	1.580	1.478E-01	1.580	6.724E-02	2.091	7.171E-02
48	1.614	1.654E-01	1.614	1.373E-01	1.614	6.167E-02	2.136	6.847E-02
49	1.648	1.524E-01	1.648	1.264E-01	1.648	5.640E-02	2.182	6.532E-02
50	1.683	1.400E-01	1.683	1.161E-01	1.683	5.142E-02	2.227	6.225E-02
51	1.717	1.281E-01	1.717	1.064E-01	1.717	4.676E-02	2.273	5.927E-02
52	1.752	1.170E-01	1.752	9.725E-02	1.752	4.240E-02	2.318	5.635E-02
53	1.786	1.066E-01	1.786	8.870E-02	1.786	3.836E-02	2.364	5.350E-02
54	1.820	9.699E-02	1.820	8.071E-02	1.820	3.820E-02	2.409	5.071E-02
55	1.855	8.810E-02	1.855	7.328E-02	1.855	3.813E-02	2.455	4.798E-02
56	1.889	7.993E-02	1.889	6.639E-02	1.889	3.807E-02	2.500	4.531E-02
57	1.923	7.249E-02	1.923	6.002E-02	1.923	3.816E-02	2.545	4.257E-02
58	1.958	6.574E-02	1.958	5.415E-02	1.958	3.825E-02	2.591	4.000E-02
59	1.992	5.970E-02	1.992	4.877E-02	1.992	3.834E-02	2.636	3.912E-02
60	2.026	5.433E-02	2.026	4.386E-02	2.026	3.842E-02	2.682	3.825E-02
61	2.061	4.963E-02	2.061	3.972E-02	2.061	3.850E-02	2.727	3.745E-02
62	2.095	4.558E-02	2.095	3.817E-02	2.095	3.859E-02	2.773	3.651E-02
63	2.129	4.215E-02	2.129	3.678E-02	2.129	3.755E-02	2.818	3.536E-02
64	2.164	3.934E-02	2.164	3.522E-02	2.164	3.573E-02	2.864	3.421E-02
65	2.198	3.711E-02	2.198	3.349E-02	2.198	3.377E-02	2.909	3.305E-02
66	2.232	3.545E-02	2.232	3.158E-02	2.232	3.166E-02	2.955	3.188E-02
67	2.267	3.397E-02	2.267	2.948E-02	2.267	2.942E-02	3.000	3.070E-02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

68	2.301	3.263E-02	2.301	2.720E-02	2.301	2.705E-02	3.045	2.951E-02
69	2.335	3.150E-02	2.335	2.474E-02	2.335	2.455E-02	3.091	2.830E-02
70	2.370	3.035E-02	2.370	2.211E-02	2.370	2.193E-02	3.136	2.709E-02
71	2.404	2.917E-02	2.404	1.965E-02	2.404	1.921E-02	3.182	2.586E-02
72	2.438	2.799E-02	2.438	1.906E-02	2.438	1.654E-02	3.227	2.463E-02
73	2.473	2.669E-02	2.473	1.843E-02	2.473	1.593E-02	3.273	2.340E-02
74	2.507	2.485E-02	2.507	1.774E-02	2.507	1.539E-02	3.318	2.216E-02
75	2.541	2.308E-02	2.541	1.700E-02	2.541	1.492E-02	3.364	2.093E-02
76	2.576	2.140E-02	2.576	1.620E-02	2.576	1.454E-02	3.409	1.969E-02
77	2.610	1.981E-02	2.610	1.535E-02	2.610	1.423E-02	3.455	1.847E-02
78	2.644	1.829E-02	2.644	1.445E-02	2.644	1.383E-02	3.500	1.726E-02
79	2.679	1.686E-02	2.679	1.367E-02	2.679	1.330E-02	3.545	1.606E-02
80	2.713	1.551E-02	2.713	1.314E-02	2.713	1.279E-02	3.591	1.489E-02
81	2.747	1.424E-02	2.747	1.267E-02	2.747	1.230E-02	3.636	1.374E-02
82	2.782	1.306E-02	2.782	1.221E-02	2.782	1.182E-02	3.682	1.271E-02
83	2.816	1.195E-02	2.816	1.178E-02	2.816	1.137E-02	3.727	1.209E-02
84	2.851	1.098E-02	2.851	1.136E-02	2.851	1.094E-02	3.773	1.150E-02
85	2.885	1.049E-02	2.885	1.096E-02	2.885	1.053E-02	3.818	1.093E-02
86	2.919	1.001E-02	2.919	1.067E-02	2.919	1.014E-02	3.864	1.040E-02
87	2.954	9.589E-03	2.954	1.042E-02	2.954	9.776E-03	3.909	9.903E-03
88	2.988	9.299E-03	2.988	1.016E-02	2.988	9.464E-03	3.955	9.434E-03
89	3.022	9.021E-03	3.022	9.909E-03	3.022	9.175E-03	4.000	8.997E-03
90	3.057	8.752E-03	3.057	9.658E-03	3.057	8.904E-03	4.045	8.591E-03
91	3.091	8.495E-03	3.091	9.409E-03	3.091	8.641E-03	4.091	8.217E-03
92	3.125	8.249E-03	3.125	9.163E-03	3.125	8.386E-03	4.136	7.876E-03
93	3.160	8.013E-03	3.160	8.920E-03	3.160	8.139E-03	4.182	7.708E-03
94	3.194	7.790E-03	3.194	8.680E-03	3.194	7.899E-03	4.227	7.595E-03
95	3.228	7.579E-03	3.228	8.401E-03	3.228	7.667E-03	4.273	7.405E-03
96	3.263	7.378E-03	3.263	8.030E-03	3.263	7.443E-03	4.318	7.215E-03
97	3.297	7.184E-03	3.297	7.682E-03	3.297	7.226E-03	4.364	7.029E-03
98	3.331	6.997E-03	3.331	7.357E-03	3.331	7.018E-03	4.409	6.847E-03
99	3.366	6.818E-03	3.366	7.174E-03	3.366	6.818E-03	4.455	6.668E-03
100	3.400	6.646E-03	3.400	7.048E-03	3.400	6.626E-03	4.500	6.492E-03

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.3 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO CONTENEDORES DE ALMACENAMIENTO

9.3.1 VALOR MÁXIMO DE INTENSIDAD DE CAMPO

De acuerdo con el Real Decreto No.1066/2001, de fecha 28 de septiembre de 2001, Anexo II, Sección 3.1 (Tabla 2), se especifica el valor máximo permitido de intensidad de campo electromagnético. La fórmula de cálculo para la intensidad del campo eléctrico es 250/f, y la fórmula de cálculo para la intensidad del campo magnético es 5/f, donde f es la frecuencia en kHz. Por lo tanto, para 50Hz, el límite máximo de intensidad del campo eléctrico es 5kV/m, y el límite máximo de intensidad del campo magnético es 100 µT (microtesla).

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (µT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m^2)
0-1 Hz	–	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	–
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	–
3-150 kHz	87	5	6,25	–
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	–
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	–
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037\ f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

9.3.2 ANÁLISIS DEL CAMPO ELÉCTRICO

El voltaje máximo dentro del equipo de almacenamiento de energía es 1500V, asumiendo que la carcasa lleva un voltaje de 1500V. La intensidad del campo eléctrico se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

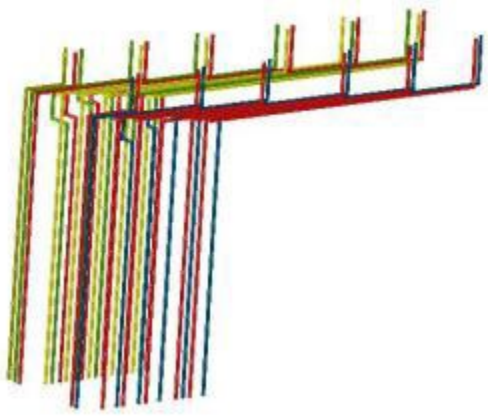
$$E = \frac{U}{d} = \frac{1500\,\mathrm{V}}{0.3\mathrm{m}} = 5\mathrm{kV/m}$$

Por lo tanto, la intensidad del campo eléctrico en el aire fuera del gabinete a una distancia de 0.3m debe ser menor que 5kV/m.

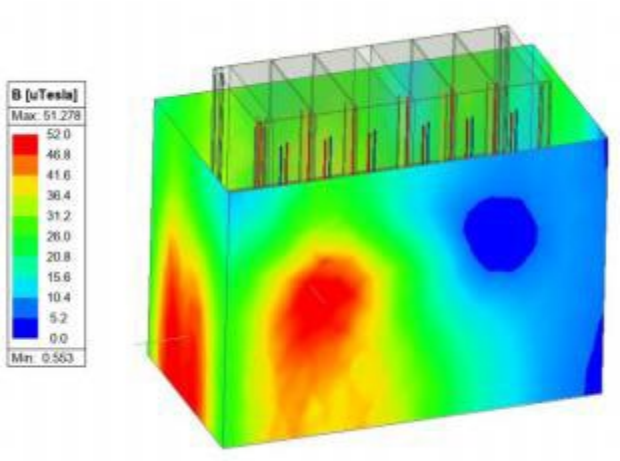
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.3.3 ANÁLISIS DEL CAMPO MAGNÉTICO

El equipo de almacenamiento de energía tiene 6 conjuntos de cables de CA trifásicos, con una corriente efectiva de 180A y 6 conjuntos de cables de CC, positivo y negativo de 180A. La distribución de los cables se muestra en la figura a continuación:

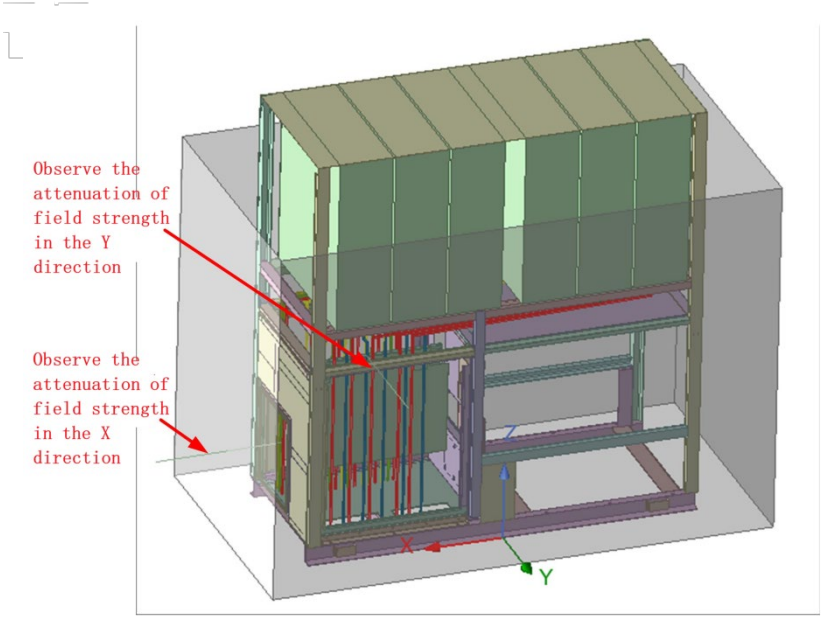


Utilizando el valor máximo de corriente para la simulación de modelado por elementos finitos, los resultados se muestran en la figura a continuación. El punto de máxima intensidad del campo magnético en toda el área a una distancia de 0.3m fuera del gabinete es aproximadamente 51µT.

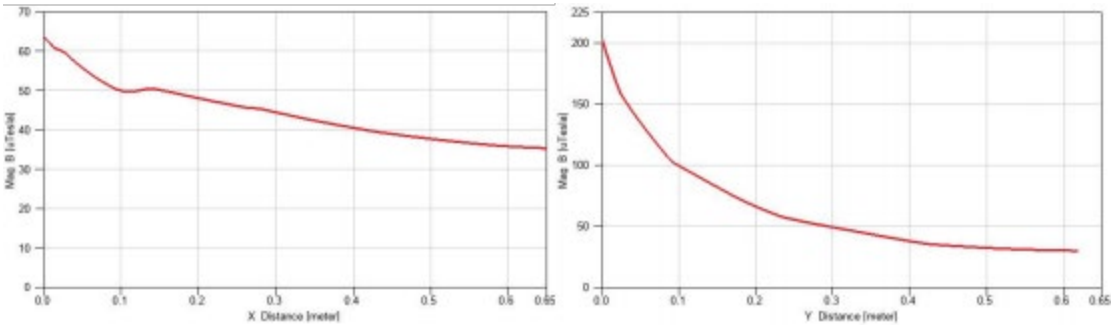


Se traza una línea cerca de la posición de máxima intensidad de campo, como se muestra en la figura a continuación, para observar la atenuación de la intensidad del campo magnético en las direcciones X e Y fuera del gabinete con la distancia.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Como se puede ver en la figura a continuación, la intensidad del campo magnético fuera del gabinete disminuye rápidamente en el aire, a una distancia de 0.3m en la dirección del eje X es 44.5uT, y a una distancia de 0.3m en la dirección del eje Y es 49.4uT.



Según la ley de circuitos de Ampère:

$$\int Bdl = \mu_0 I$$

$$\rightarrow B = \frac{u_0 I}{2\pi r}$$

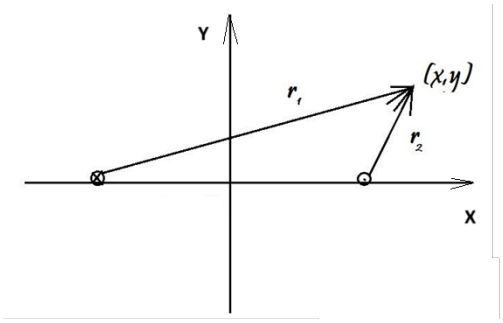
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se puede ver que a medida que la distancia r aumenta, la intensidad del campo magnético B disminuye. Por lo tanto, se puede considerar que fuera del gabinete, el área más allá de 0.3m se mantiene dentro de 100µT.

9.3.4 ESTIMACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

Modelos Físicos:

El campo magnético es generado por corrientes opuestas en conductores positivos y negativos. El potencial vector magnético A para dos conductores paralelos infinitos que transportan corrientes iguales pero opuestas se da por:



El potencial vector magnético del campo magnético de vórtice generado por dos conductores rectos es el siguiente

$$\begin{cases} \mathbf{A}_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \ln[y^2 + (x+l)^2]\mathbf{k} \\ \mathbf{A}_2 = -\frac{\mu_0 I}{4\pi} \ln[y^2 + (x-l)^2]\mathbf{k} \end{cases}$$

Potencial vectorial magnético total:

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \ln\left[\frac{y^2 + (x+l)^2}{y^2 + (x-l)^2}\right] \mathbf{k}$$

Let $A_z = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \ln\left[\frac{y^2+(x+l)^2}{y^2+(x-l)^2}\right]$.

From $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$:

$$\mathbf{B} = \frac{\partial A_z}{\partial y}\mathbf{i} - \frac{\partial A_z}{\partial x}\mathbf{j} = \frac{\mu_0 I}{\pi}\left[\frac{2lxy}{(y^2+(x+l)^2)(y^2+(x-l)^2)}\mathbf{i} + \frac{l(y^2-x^2+l^2)}{(y^2+(x+l)^2)(y^2+(x-l)^2)}\mathbf{j}\right]$$

Esto describe la distribución espacial de la densidad de flujo magnético.

Distribución de Líneas de Campo Magnético:

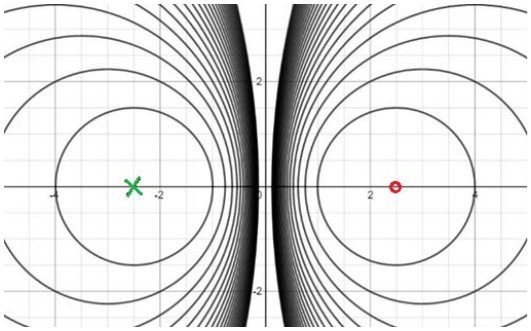
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La ecuación diferencial que rige las líneas de campo es:

solución $\frac{dy}{dx} = \frac{y^2 - x^2 + l^2}{2xy}$ $\psi = \frac{x^2 + y^2 + l^2}{x}$

donde ψ es un parámetro espacial, y (-l,0) y (l,0) son puntos singulares.

Utilizando un software de gráficos para dibujar las líneas de contorno de la función bivariada ψ(x,y) se pueden obtener las líneas de campo magnético producidas por un par de conductores paralelos, infinitamente largos, rectos que transportan corrientes iguales en direcciones opuestas en ese plano de sección transversal.



Para un cable DC recto infinito, la densidad de flujo magnético B a una distancia perpendicular r del conductor se puede calcular utilizando la Ley de Biot-Savart:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

Donde:

μ0: Permeabilidad del vacío (4π×10−7 T·m/A)

I: Magnitud de corriente (A)

r: Distancia radial desde el conductor (m)

Cálculos prácticos:

1. Conductor único (Ley de Biot-Savart):

Para un cable de CC infinito que transporta 180A a 1m de distancia:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{(4\pi \times 10^{-7}) \times 180}{2\pi \times 1} = 36\mu T$$

2. Conductores emparejados (Corrientes opuestas):

- Caso 1: Cables agrupados (espaciado de 20mm) a 0.2m de distancia:

Los cables no apantallados están agrupados uno al lado del otro y dispuestos horizontalmente desde la caja de alta tensión hasta el armario de conexión.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{1}{0.22} - \frac{1}{0.20}\right) = 16\mu T$$

- Caso 2: Cables verticales (espaciado de 0.18m) a 1m de distancia:

Los cables de conexión en serie entre los módulos de batería dentro de un grupo de baterías utilizan cables no apantallados.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{2}{\sqrt{(0.18/2)^2 + 1}}\right) = 72\mu T$$

Nota: El campo real a 1 m de exterior es <<72 µT debido al apantallamiento del contenedor.

- Caso 3: Cables de CC enterrados (0.7m de profundidad) a 1m de distancia:

Los cables de CC no apantallados desde el lado de CA del PCS hasta el armario de conexión del lado de CC están enterrados a una profundidad de 0.7 metros, con los cables positivo y negativos agrupados uno al lado del otro.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi}\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{1}\right) = 18\mu T$$

Conclusiones de cálculo

- El sistema de CC BESS de 5MWh cumple con el RD 1066/2001 (límite de 100 µT) en todas las áreas de acceso público.

- Los campos magnéticos se atenúan por debajo de los límites regulatorios más allá de 0.3m del nivel del suelo.

- La instalación presenta una interferencia electromagnética negligible para los entornos externos y ningún riesgo para la salud.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No se requieren medidas de protección adicionales.

4） Informe de simulación electromagnética de la unidad principal en anillo y terminal de salida.

Fecha: 2025.06.26

Objetivo de la simulación: entender la distribución electromagnética del terminal de salida del cable de alta tensión de la caja de transformación 6250 y el tubo de baja tensión.

Conclusiones de la simulación:

La intensidad máxima de inducción magnética en la superficie del cable de alta tensión es de aproximadamente 3.79 mT, la intensidad de inducción magnética a 1 m del cable de alta tensión es de aproximadamente 19.6 μT, y a 2 m del cable de alta tensión es de aproximadamente 7.1 μT, cumpliendo con los requisitos estándar.

La intensidad máxima de inducción magnética en la superficie de la funda de baja tensión es de aproximadamente 45 mT, la intensidad de inducción magnética a 1 m de la funda de baja tensión es de aproximadamente 8 μT, y a 2 m de la funda de baja tensión es de aproximadamente 2.3 μT, cumpliendo con los requisitos estándar.

Modelo de simulación:

Descripción del modelo:

El modelo de simulación electromagnética del campo magnético alrededor del cable de alta tensión se muestra en la Figura 10, el modelo incluye un dominio de aire, el cable de alta tensión, la caja de fijación del cable, entre otros componentes;

La corriente en el cable de alta tensión es de 120.3 A;

La caja de fijación del cable de alta tensión está hecha de acero Q235.

El modelo de simulación electromagnética alrededor del cable de baja tensión se muestra en la Figura 11, el modelo incluye un dominio de aire, la funda de baja tensión, el tanque de aceite y la tapa de la caja de baja tensión, entre otros componentes.

La corriente en la funda de baja tensión es de 614.8 A; El tanque es de acero Q355, y la tapa del extremo de la caja de baja presión es de acero inoxidable 304.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

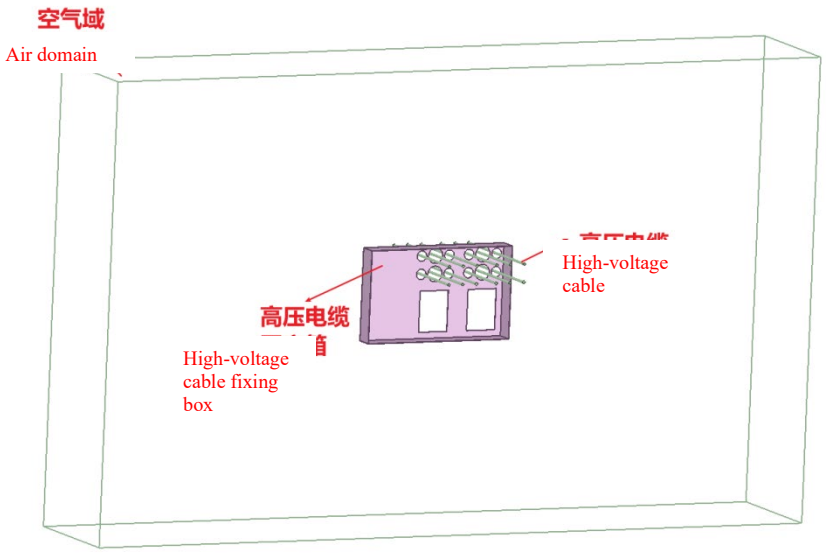


Figura 10 Modelo de simulación electromagnética alrededor del cable de alta tensión

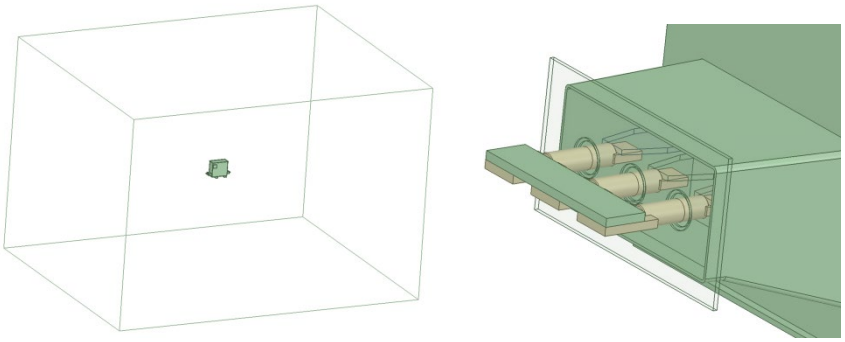


Figura 11 Modelo de simulación electromagnética alrededor del terminal de baja tensión

Resultados de la simulación

El mapa de distribución del campo magnético alrededor del cable de alta tensión se muestra en la figura 12.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

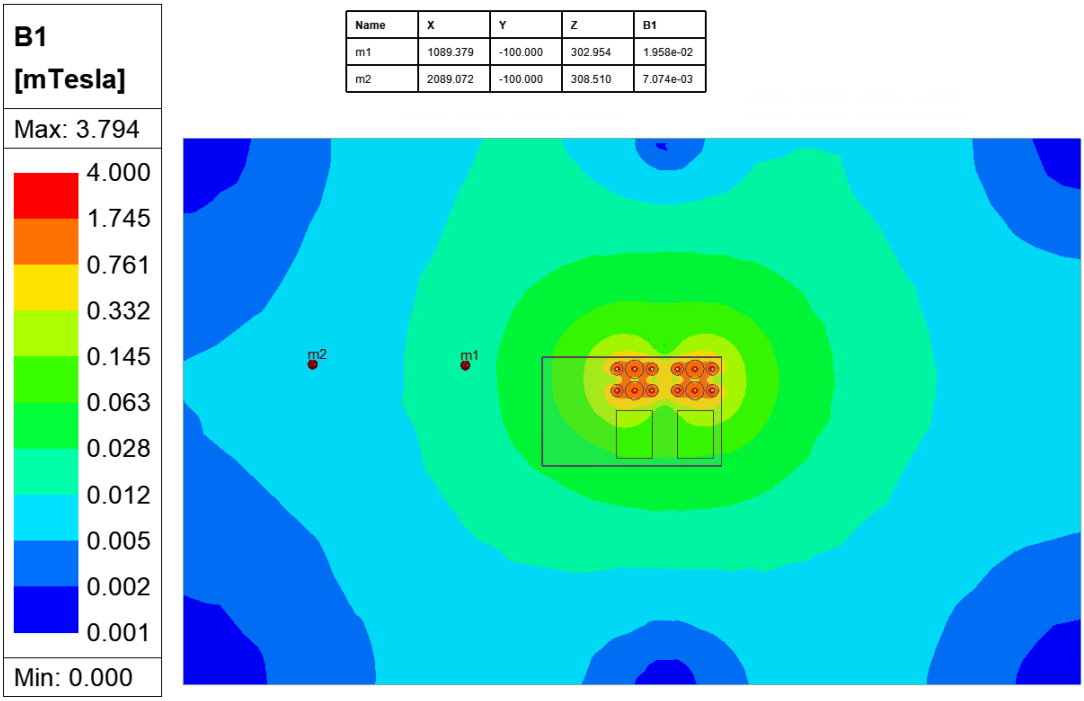


Figura 12 Mapa de distribución del campo magnético alrededor del cable de alta tensión

El mapa de distribución del campo magnético alrededor del tubo de baja tensión se muestra en la figura 13.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

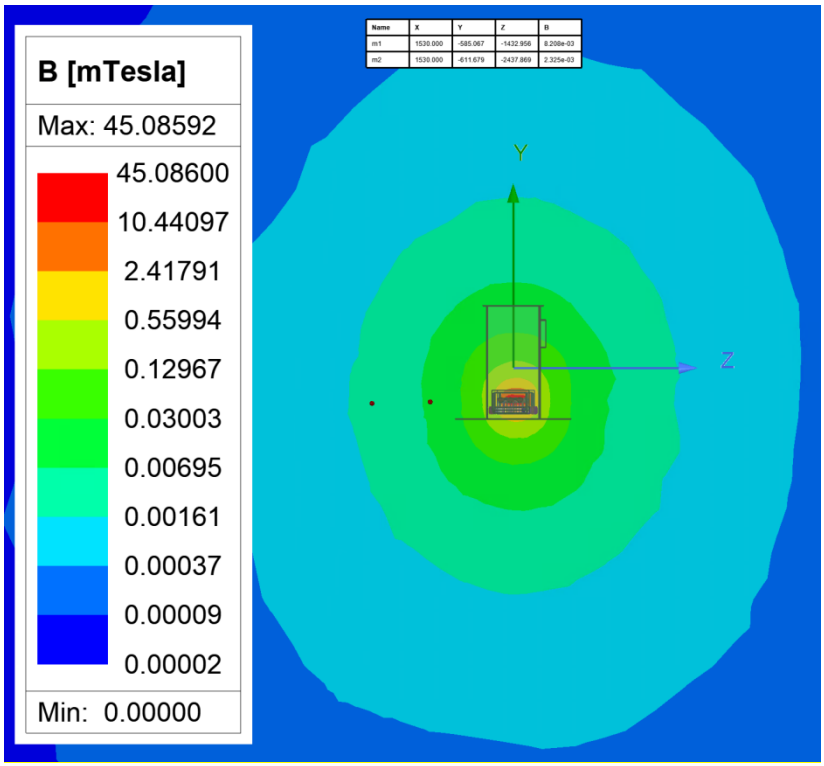


Figura 13 Mapa de distribución del campo magnético alrededor del tubo de baja tensión

El armario de conmutación está blindado con una carcasa metálica, además hay un blindaje secundario con una carcasa metálica del contenedor. A 1 metro de la parte exterior de la máquina de elevación integrada del contenedor, con la misma corriente y cableado que el cable, el campo electromagnético se encuentra dentro del rango seguro.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 CONCLUSIONES

Habiendo realizado los análisis pertinentes en cuanto a la actividad de los equipos en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, se ha llegado a la conclusión de que los valores de radiación emitidos están por debajo de los límites técnicos admisibles, cumpliendo por tanto las normativas nacional e internacional en lo relativo a emisiones magnéticas en el exterior de las instalaciones.

Tras la ejecución de las instalaciones y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo electromagnético en el cerramiento exterior de los centros de transformación para comprobar los niveles según RD 1066/2001.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN CALCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-CAL-0001-A04

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO IV

CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 OBJETO 5
2 CÁLCULO Y RESULTADOS 6

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO

El objeto del presente apartado describe el proceso y resultado del cálculo de movimiento de tierras resultante de las excavaciones y rellenos ejecutados para realizar las cimentaciones de los equipos del sistema de almacenamiento, los viales de acceso y las zanjas eléctricas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 CÁLCULO Y RESULTADOS

La metodología para el cálculo del movimiento de tierras ha sido llevada a cabo mediante la herramienta de cálculo AutoCAD Civil 3D, la cual ha sido utilizada para la obtención de los volúmenes finales de desmonte, terraplén y desbroce, éste último con un espesor de 30 cm.

La topografía importada para realizar los cálculos ha sido la aportada por el Instituto Geográfico Nacional.

En la figura adjunta se muestran las zonas dónde se ubicarán los equipos:

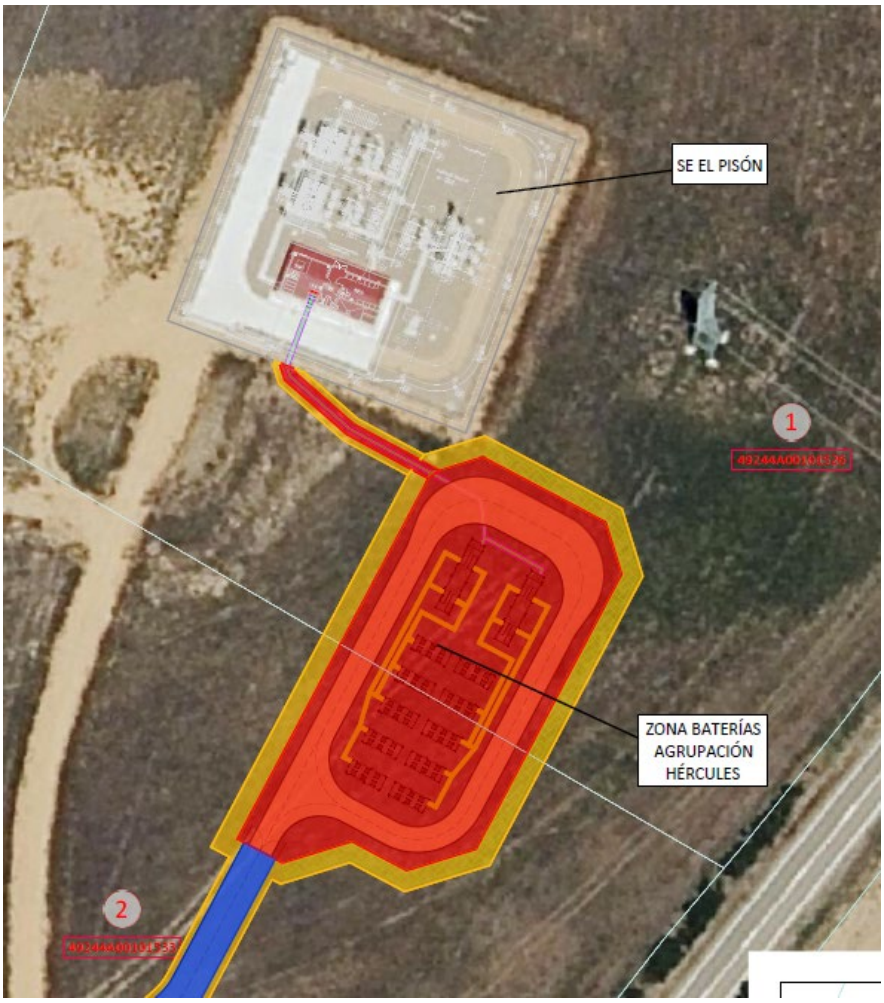


Imagen 1. Plano de implantación

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las actuaciones llevadas a cabo y que se han tenido en cuenta para el movimiento de tierras son:

Desbroce: incluye la retirada de la capa vegetal dentro del área que conformará el área del proyecto. El espesor debe ser el mínimo para garantizar que no se desbroce de más, ya que esto aumentaría los volúmenes de rellenos para alcanzar los niveles finales. Para el cálculo del movimiento de tierras se ha utilizado un valor de 0.30 m.

Excavación de las cimentaciones y viales: implica la excavación propiamente dicha de las cimentaciones de los equipos de almacenamiento, que comprende el volumen de excavación del terreno después de la retirada de la tierra vegetal. Antes de la excavación del suelo se realizarán los trabajos de desbroce del terreno afectado por las cimentaciones y viales.

Exponiendo a continuación los volúmenes de tierras resultantes para las cimentaciones:

VOLUMENES TOTALES MDT (CIMENTACIONES)				
2d Área (m^2)	Cut (m^3)	Fill (m^3)	Net (m^3)	
204,26	61,28	11,14	50,14	Desmonte

Exponiendo a continuación los volúmenes de tierras resultantes para las zanjas de MT:

VOLUMENES TOTALES MDT (ZANJAS MT)					
Longitud (m)	2d Área (m^2)	Cut (m^3)	Fill (m^3)	Net (m^3)	
67,21	33,61	33,94	30,55	3,39	Desmonte

Exponiendo a continuación los volúmenes de tierras resultantes para las zanjas de BT:

VOLUMENES TOTALES MDT (ZANJAS BT)					
Longitud (m)	2d Área (m^2)	Cut (m^3)	Fill (m^3)	Net (m^3)	
164,31	82,15	82,97	74,68	8,30	Desmonte

Exponiendo a continuación los volúmenes de tierras resultantes para las zanjas de la red de tierras:

VOLUMENES TOTALES MDT (RED DE TIERRAS)					
Longitud (m)	2d Área (m^2)	Cut (m^3)	Fill (m^3)	Net (m^3)	
633,33	126,67	101,33	96,27	5,07	Desmonte

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El diseño de la red de viales contempla la construcción de nuevos caminos y la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios, tanto para la fase de construcción como para la de explotación del sistema de almacenamiento.

Exponiendo a continuación los volúmenes de tierras resultantes para la adecuación del vial:

VOLUMENES TOTALES MDT (ACONDICIONAMIENTO VIALES)					
Longitud (m)	**2d Área (m^2)**	**Cut (m^3)**	**Fill (m^3)**	**Net (m^3)**	
243,77	975,06	292,51872	390,02	97,51	Terraplén

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO:

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-DRW-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	**Revisado por**	**Aprobado por**

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

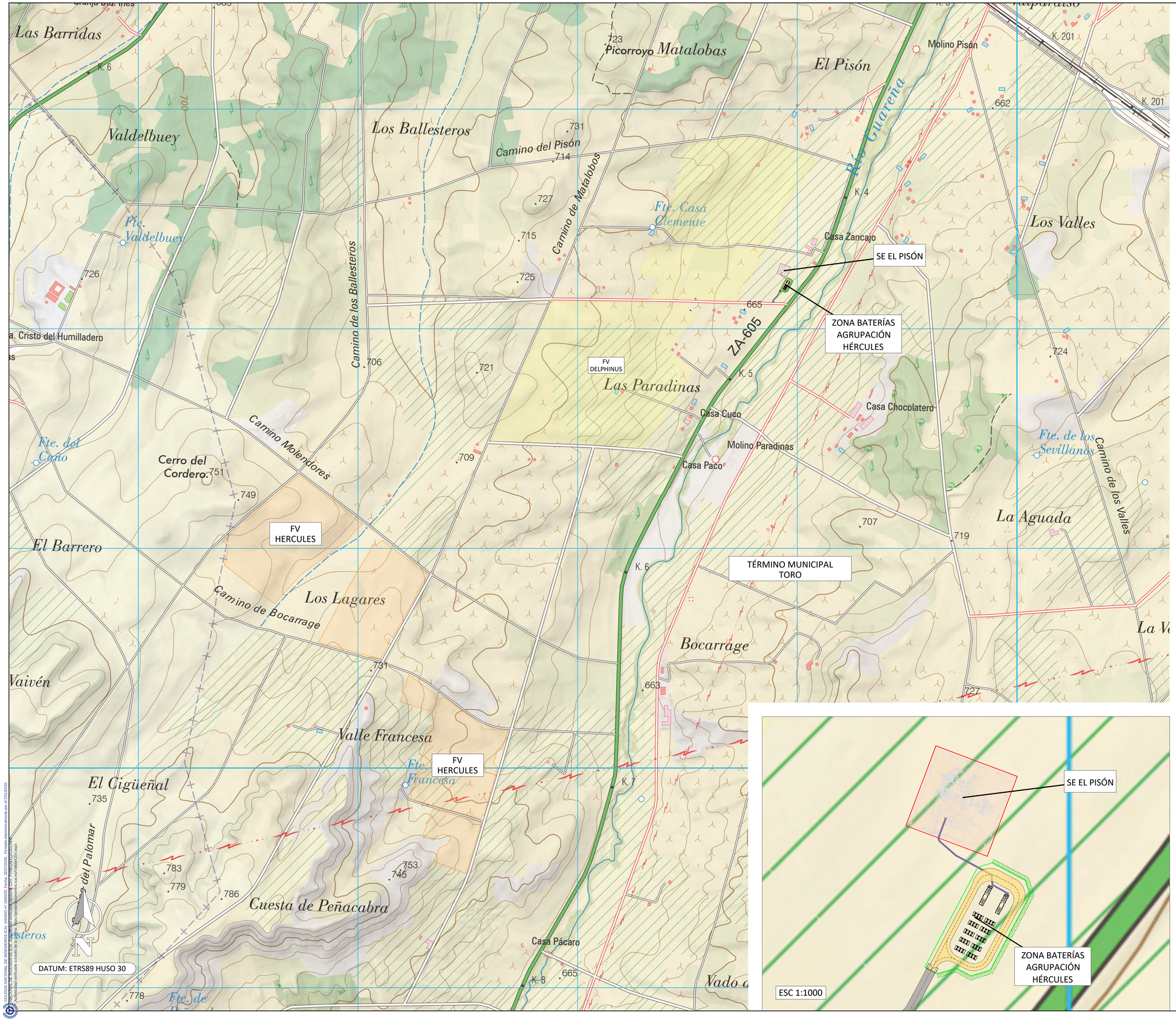
DOCUMENTO Nº3
PLANOS

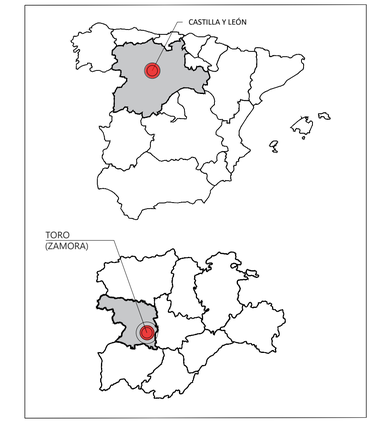
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE DE PLANOS

Nº	Título	Código
1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	HERC-SOL-AL-GN-DRW-0001
2	PLANTA GENERAL	HERC-SOL-AL-GN-DRW-0002
3	URBANIZACION PARCELARIO Y TIPO DE SUELO	HERC-SOL-AL-GN-DRW-0003
4	AFECCIONES SERVIDUMBRE	HERC-SOL-AL-GN-DRW-0004
5	RBDA	HERC-SOL-AL-GN-DRW-0005
6	VALLADO	HERC-SOL-AL-GN-DRW-0006
7	TOPOGRAFICO	HERC-SOL-AL-CI-DRW-0001
8	VIALES Y ACCESOS DETALLES	HERC-SOL-AL-CI-DRW-0002
9	DRENAJE	HERC-SOL-AL-CI-DRW-0003
10	CONTENEDOR TIPO BESS. DETALLE Y CIMENTACION	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0001
11	CONTENEDOR TIPO MVS. DETALLE Y CIMENTACION	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0002
12	TRAZADO BT	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0003
13	TRAZADO MT	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0004
14	ZANJAS DETALLES	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0005
15	UNIFILAR BT	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0006
16	UNIFILAR MT	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0007
17	UNIFILAR SSAA	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0008
18	TIERRAS SISTEMA ALMACENAMIENTO	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0009
19	DETALLES DE PUESTA A TIERRA	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0010
20	ESQUEMA DE ARQUITECTURA DE MONITORIZACION Y CONTROL	HERC-SOL-AL-EL-DRW-0011
21	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN	HERC-SOL-SE-GN-DRW-0001
22	PLANTA GENERAL SUBESTACIÓN	HERC-SOL-SE-GN-DRW-0002
23	UNIFILAR CONEXIÓN SUBESTACIÓN	HERC-SOL-SE-EL-DRW-0003

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





COORDENADAS BATERÍAS		
FV	ESTE	NORTE
HERCULES	298950	4592203

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:8000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-GN-DRW-0001_01 SITUACION-EMPLAZAMIENTO

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 045075. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS ICAI. Para verificar validez: CSV: POWERENGINEERS. Autenticidad verificable a través de la Sede Electrónica: https://portalcolegiados.cie.es/validarCSV.aspx

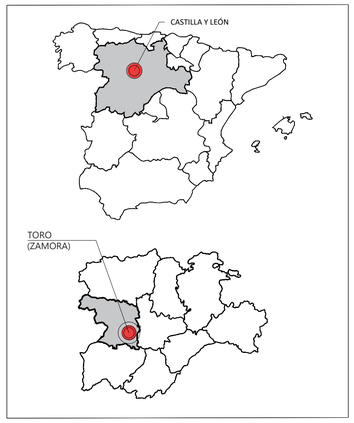
FV DELPHINUS

SE EL PISÓN

ZONA BATERÍAS
AGRUPACIÓN
HÉRCULES

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30



LEYENDA

- VALLADO PERIMETRAL
- PANTALLA VEGETAL
- CAMINOS ACCESO A BATERIAS
- CAMINOS ACCESO A SE
- SUBESTACION
- ZONA BATERÍAS

COORDENADAS BATERÍAS		
FV	ESTE	NORTE
HERCULES	298950	4592203

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:8000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-GN-DRW-0002_01 PLANTA-GENERAL

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº. 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autoridad emisora: AC FIRMAPROFESIONAL. Normativa: Verifique la validez de la firma en https://www.colegioicai.es/es/VALIDA.php

DATUM: ETRS89 HUSO 30

SE EL PISON

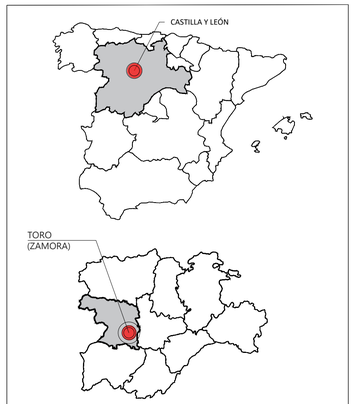
ZONA BATERÍAS
AGRUPACIÓN
HERCULES

POLÍGONO 1
PARCELA 1526
REFERENCIA
CATASTRAL
49244A00101526

PROVINCIA: TORO
MUNICIPIO: ZAMORA

POLÍGONO 1
PARCELA 1533
REFERENCIA
CATASTRAL
49244A00101533

PROVINCIA: TORO
MUNICIPIO: ZAMORA

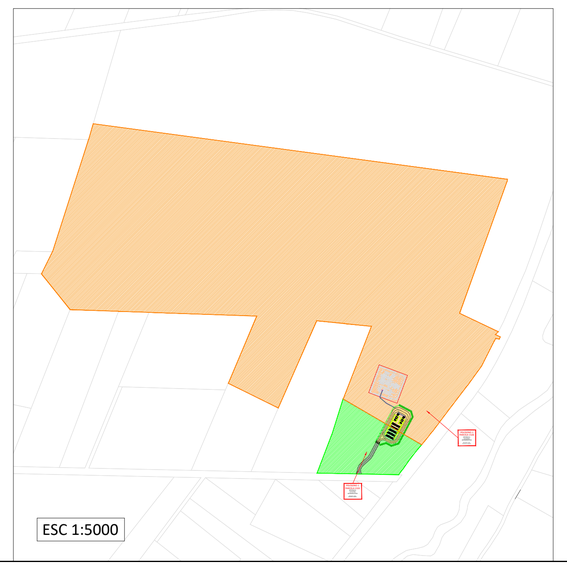


LEYENDA

- VALLADO PERIMETRAL
- PANTALLA VEGETAL
- CAMINOS ACCESO A BATERIAS
- CAMINOS ACCESO A SE
- SUBESTACION
- ZONA BATERÍAS

LEYENDA PARCELAS

- PARCELA 1 POLIGONO 1526
  REF. CATASTRAL: 49244A00101526
  SUELO AGRARIO RÚSTICO
- PARCELA 1 POLIGONO 1533
  REF. CATASTRAL: 49244A00101533
  SUELO AGRARIO RÚSTICO



ESC 1:5000

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

URBANIZACION PARCELARIO Y TIPO DE SUELO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:500

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-GN-DRW-0003_01 URBANIZACION PARCELARIO-TIPO DE SUELO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autorización emitida mediante CSV: PVMOIS-QCOOLNB. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/validarCSV.aspx

FV DELPHINUS

SE EL PISON

ZONA BATERÍAS
AGRUPACIÓN
HERCULES

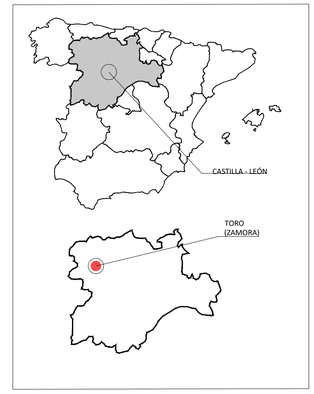
1.55

13.55

28.55

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30



LEYENDA

- VALLADO PERIMETRAL
- PANTALLA VEGETAL
- CAMINOS INTERNOS
- SUBESTACIÓN
- ZONA BATERÍAS
- AFECCIÓN LINEA ELECTRICA
- AFECCIÓN ZONA DE POLICIA 100 M DE MÁXIMA CRECIDA DEL ARROYO
- AFECCIÓN CARRETERA 30m
- LIMITE DE EDIFICACIÓN 18 m
- SERVIDUMBRE A CARRETERA 8m
- CARRETERA Z- 605
- ZONA INUNDABLE
- RIO GUAREÑA

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL DE AFECCIONES

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:500

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-GN-DRW-0004_01 AFECCIONES SERVIDUMBRE

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI, VISADO nº 045075. Fecha: 23/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. La autenticidad puede ser comprobada por terceros en la sede electrónica del Colegio. Advertencia legal: el acceso a este documento electrónico no supone autorización para su uso o reproducción.

FINCA	DATOS CATASTRALES				PLENO DOMINIO Y/O SERVIDUMBRES (BESS y ACCESOS)			PLENO DOMINIO Y/O SERVIDUMBRES (LSMT 30 kV)		Situación Básica del Terreno
PARCELA PROYECTO	TTMM POLÍGONO	POLÍGONO	PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	Pleno dominio ocupación permanente (m2) (BESS)	Servidumbre de acceso permanente (m2)	Servidumbre ocupación temporal (m2) (BESS + acceso)	Pleno dominio ocupación permanente (m2)	Servidumbre ocupación temporal (m2)	
1	TORO	1	1526	49244A00101526	1200,04	0,00	308,43	57,90	51,49	100% AGRARIO - RUSTICO
2	TORO	1	1533	49244A00101533	924,43	339,09	390,07	0,00	0,00	100% AGRARIO - RUSTICO

LEYENDA	
SIMB.	DESCRIPCIÓN
	OCUPACIÓN TEMPORAL BESS + LSMT + ACCESOS
	OCUPACIÓN PERMANENTE BESS + LSMT
	OCUPACION ACCESOS CAMINOS NUEVOS

SIMBOLOGÍA	
SIMB.	DESCRIPCIÓN
	PARCELA
1	Nº PARCELA

SE EL PISÓN

ZONA BATERÍAS AGRUPACIÓN HÉRCULES

49244A00101532

49244A00101526

49244A00104089

49244A00101533

49244A00101537

49244A00101534

49244A00101535

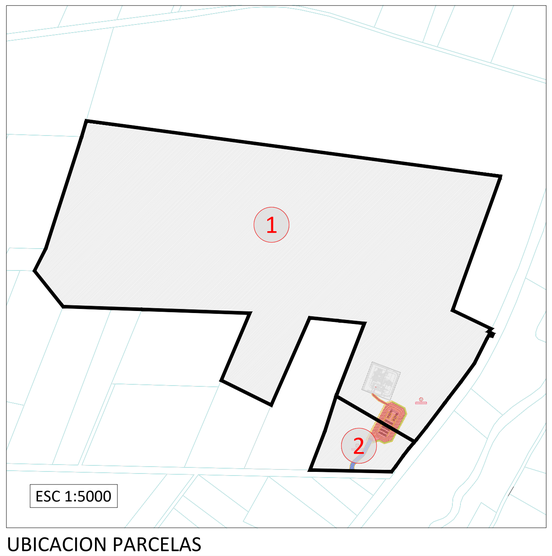
49244A00101536

49244A00104088

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

RBDA



ESC 1:5000

UBICACION PARCELAS

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

RBDA

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:500

A1 841 x 594 mm

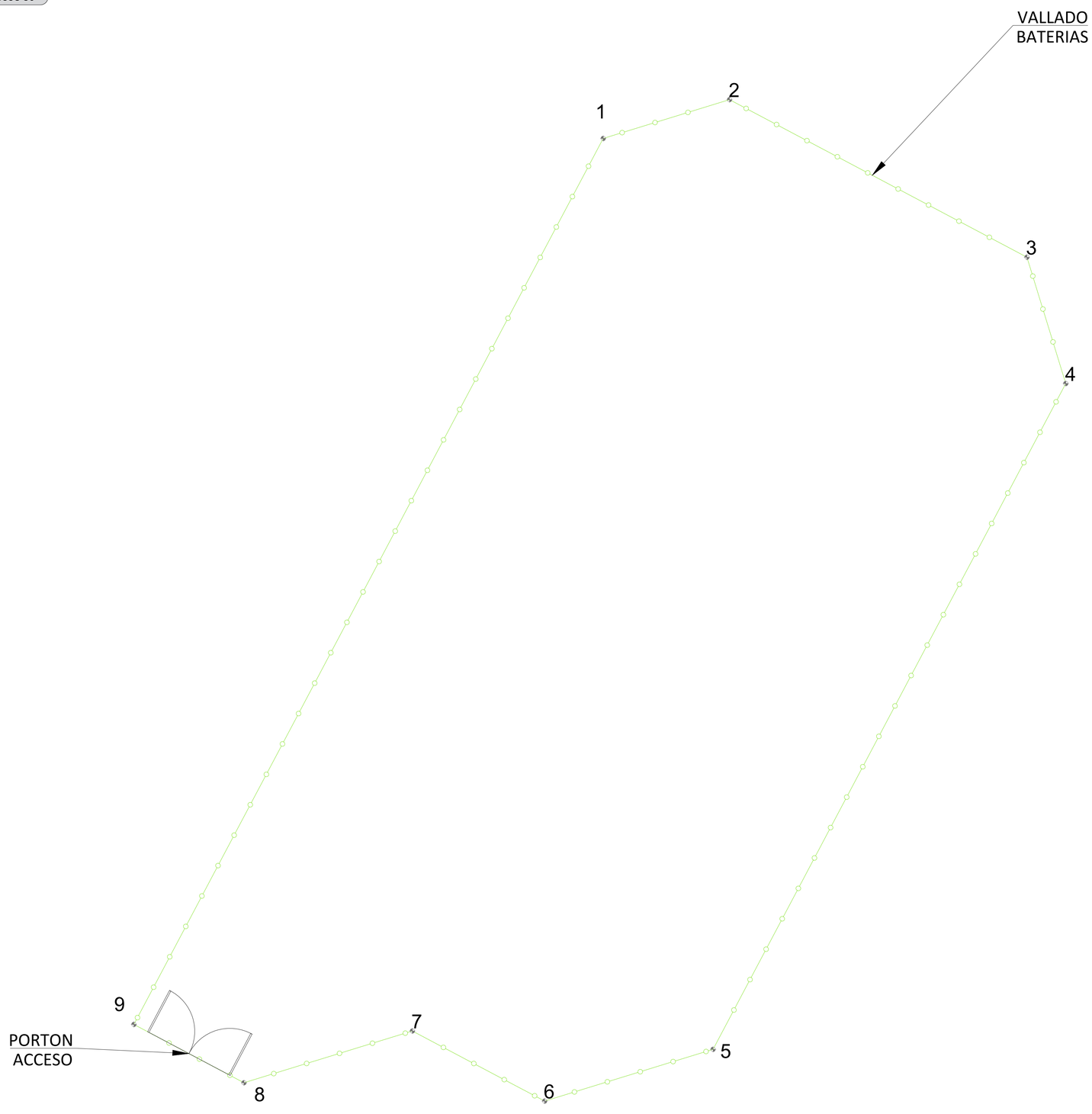
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-GN-DRW-0005_01 RBDA

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 045975. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO
Este documento ha sido firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Puede verificar la validez de la firma electrónica en la sede electrónica del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (https://sede.serviciosmin.gob.es/es-ES/Paginas/Verificar-documentos-electronicos.aspx)

DATUM: ETRS89 HUSO 30



COORDENADAS VALLADO ETRS 89 UTM HUSO 30		
Nº punto	ESTE	NORTE
1	298948.670	4592230.560
2	298956.780	4592233.054
3	298975.881	4592222.934
4	298978.375	4592214.823
5	298955.725	4592172.071
6	298944.910	4592168.746
7	298936.413	4592173.248
8	298925.599	4592169.924
9	298918.530	4592173.669

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

VALLADO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1 : 150

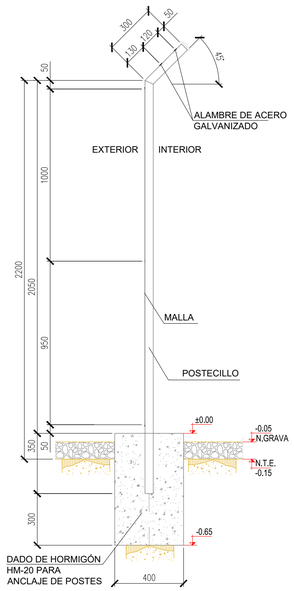
A 1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

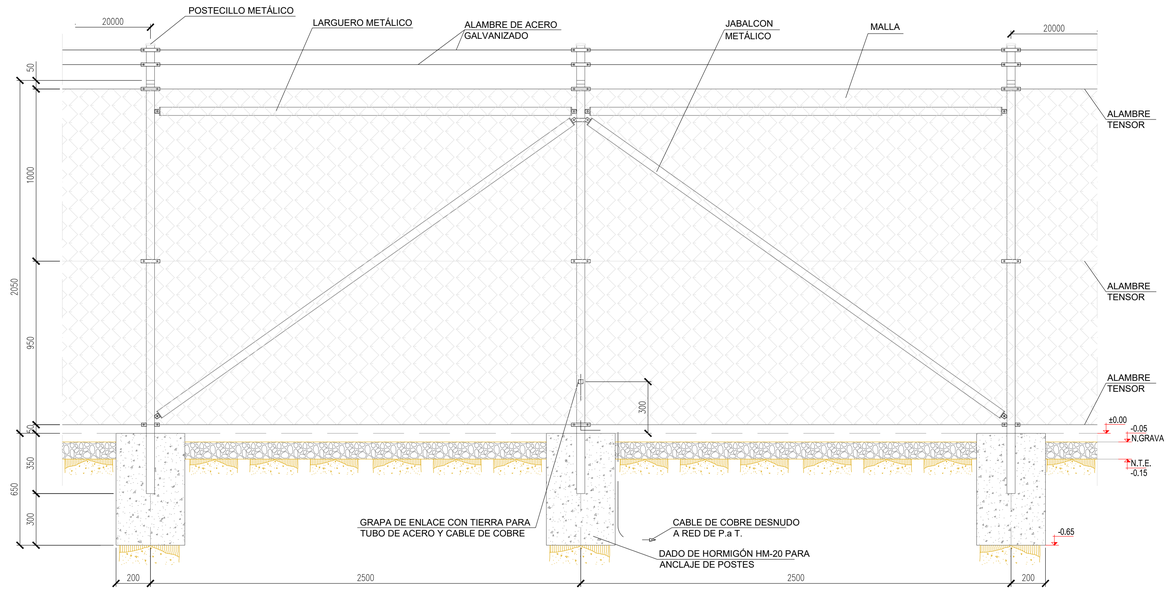
HERC-SOL-AL-GN-DRW-0006_01 VALLADO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autoridad emisora: Autoridad Intermedia CSV. PVAN:SERVICIOS DE Autenticidad verificable a través de la Página: https://gestiondocumentos.icai.es/validarCSV aquí

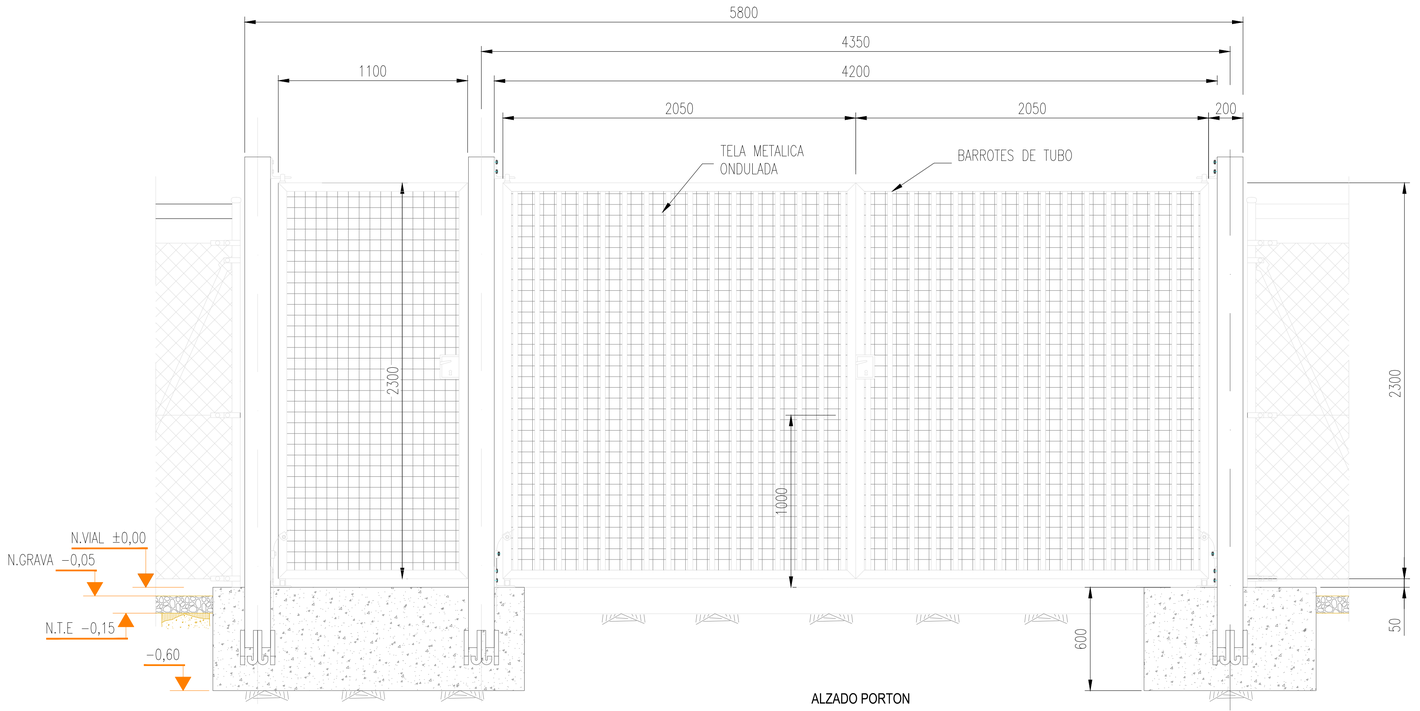
PORTONES DE ENTRADA Y VALLADO
S/E



SECCIÓN VALLADO



ALZADO VALLADO



ALZADO PORTON

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

VALLADO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1 : 250

A 1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-GN-DRW-0006_01 VALLADO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVMR-SBKQ-ACNS. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/visadoCSV.aspx

FV DELPHINUS

SE EL PISÓN

ZONA BATERÍAS
AGRUPACIÓN
HÉRCULES

660.00

662.50

657.50

LEYENDA

- VALLADO PERIMETRAL
- CURVAS DE NIVEL PRINCIPAL
- CURVAS DE NIVEL SECUNDARIA
- PANTALLA VEGETAL
- CAMINOS ACCESO A BATERIAS
- CAMINOS ACCESO A SE
- SUBESTACION
- ZONA BATERÍAS

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

TOPOGRÁFICO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:500

A 1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0001_01 TOPOGRAFICO

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autoridad emisora: NOMBRE PRUEBAS FNMT/RAIZ ACCVCA120
Autenticidad verificable a través de la página https://portalvisados.cni.es en validaCSV.aspx



LEYENDA

- VALLADO PERIMETRAL
- PANTALLA VEGETAL
- CAMINOS ACCESO A BATERIAS
- SUBESTACION
- ZONA BATERÍAS

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

VIALES Y ACCESO DETALLES

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:500

A1 841 x 594 mm

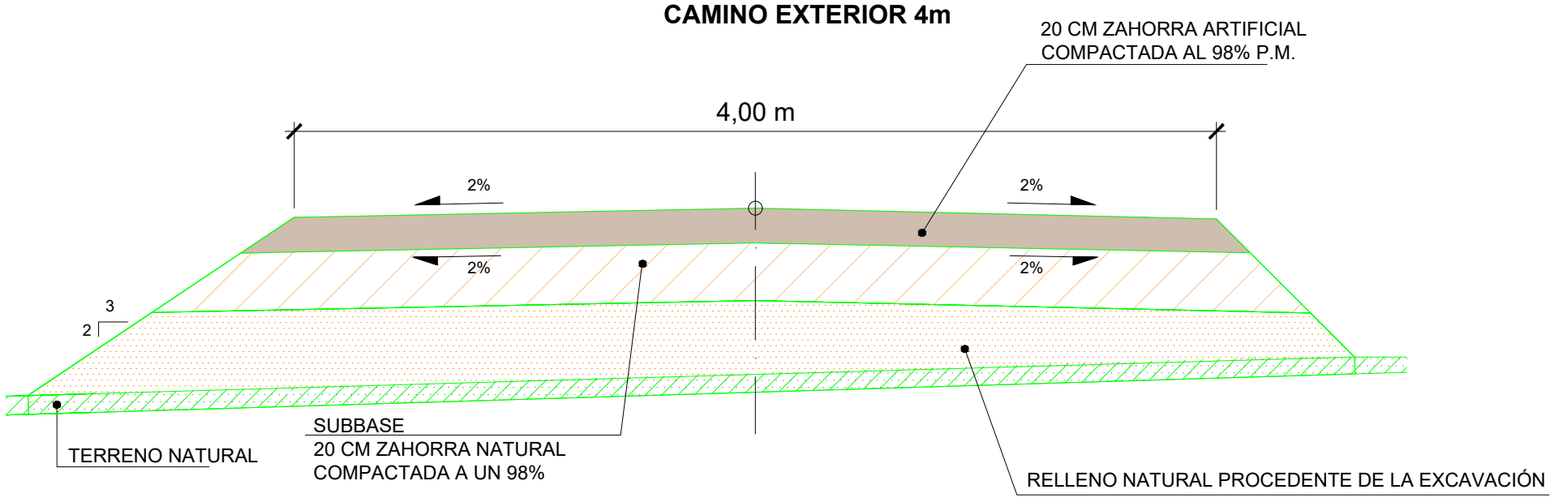
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0002_01 VIALES DETALLES

HOJA 01 DE 02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025 Fecha: 23/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO
Nº colegiado: 045025 Apellidos y nombre: CAO PARADA ADOLFO
Autenticidad verificable en la sede electrónica del Colegio en la página: https://portalcolegiado.icai.es/visadoCSV.aspx

SECCIÓN TIPO
VIAL INTERNO Y
CAMINO EXTERIOR 4m



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

VIALES Y ACCESO DETALLES

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

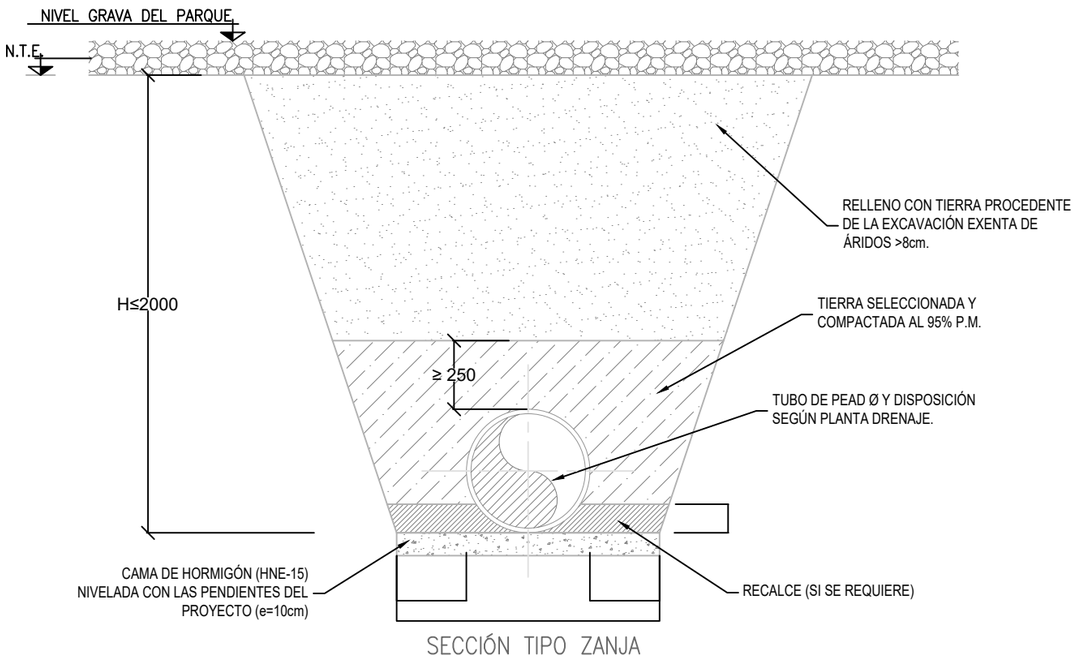
ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

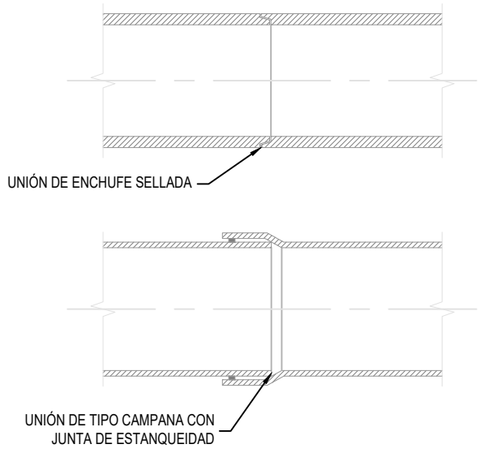
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0002_01 VIALES DETALLES

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25, Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVMKUBIXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

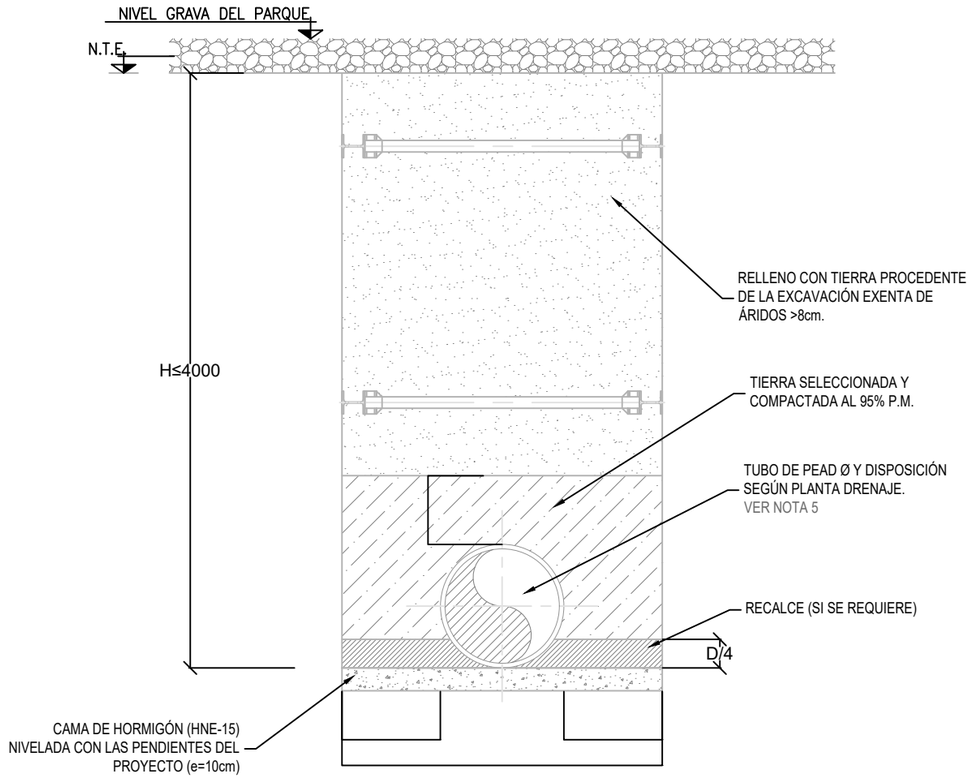


SECCIÓN TIPO ZANJA



DETALLE UNIÓN TUBOS

A (m,)	Diámetro interior Di (mm.)
0.80	ø ≤ 315
1.15	315 < ø ≤ 630



SECCIÓN TIPO ZANJA CON SOSTENIMIENTO

NOTAS

1.– COTAS Y ELEVACIONES EN METROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

2.– LA PROFUNDIDAD DEL TUBO DE DRENAJE SERÁ LA MENOR POSIBLE, HABIDA CUENTA (SI PROCEDE) DE LAS DIMENSIONES DEL CANAL DE CABLES QUE PUEDA EXISTIR AGUAS ABAJO.

3.– SECCIONES VALIDAS PARA TUBOS DE PEAD, PVC, HORMIGÓN, FUNDICIÓN O ACERO INOX.

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLES TIPO. DRENAJE

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

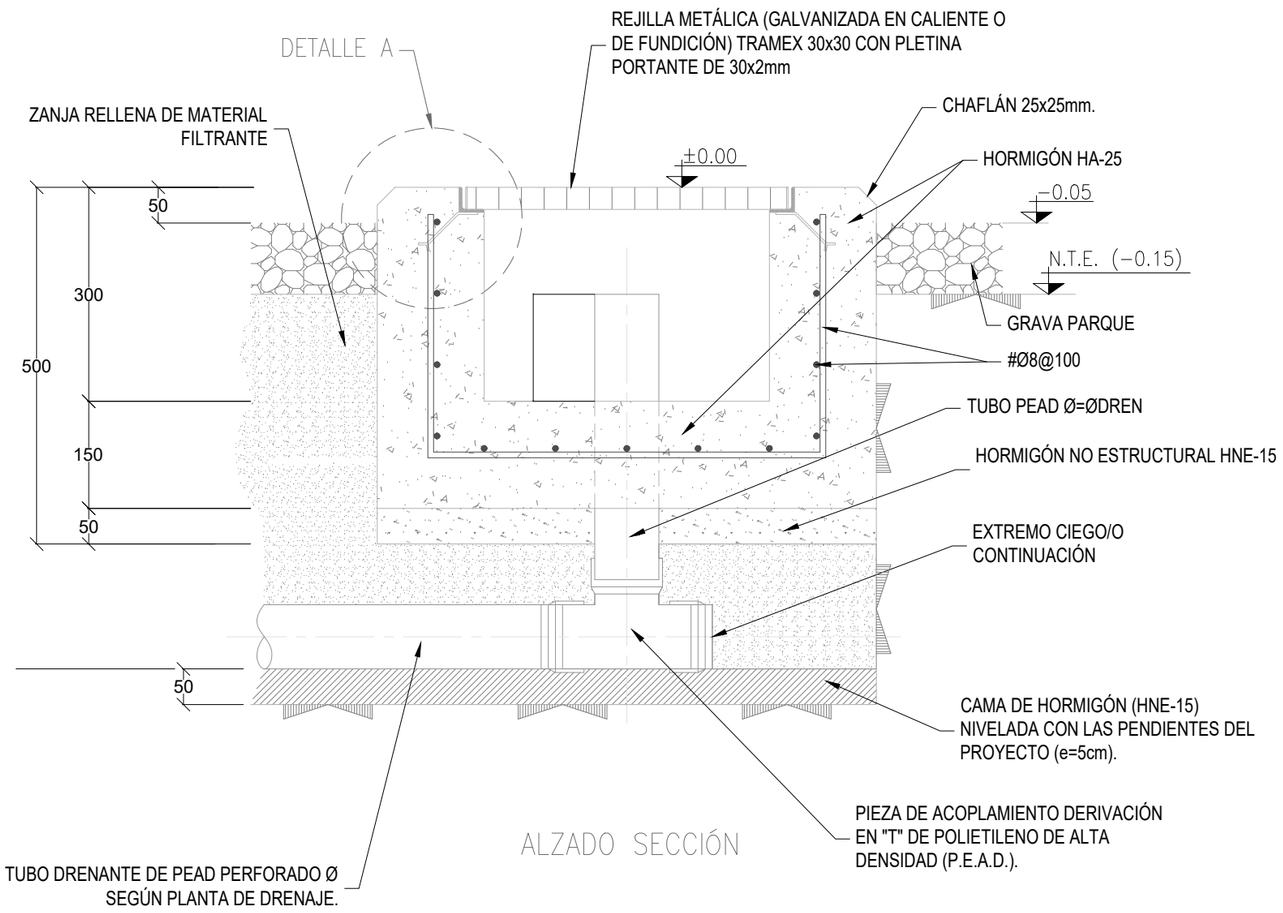
ESCALA S/E

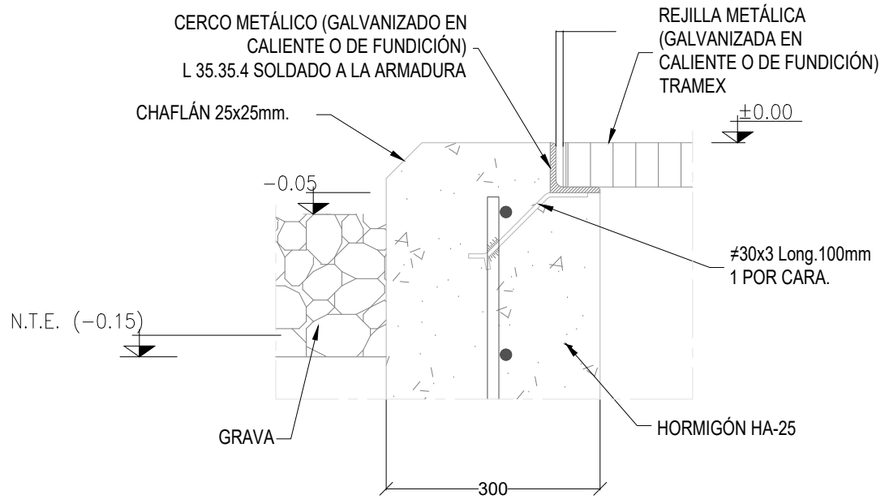
A3 420 x 297 mm

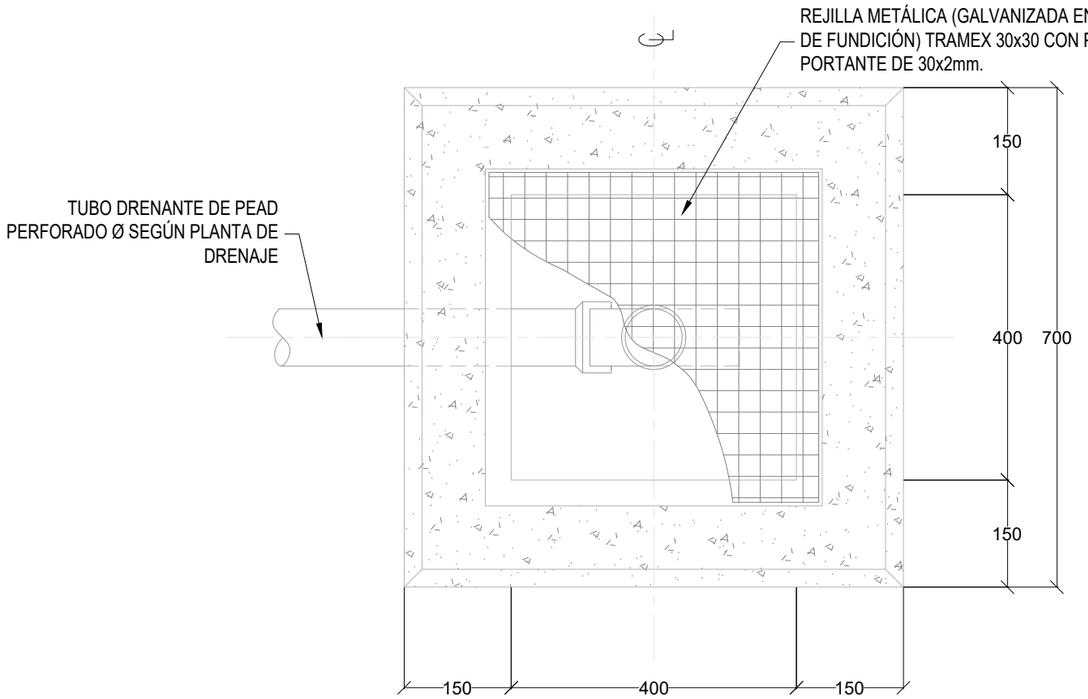
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0003_01 DRENAJE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKUBIXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx







REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLES TIPO. DRENAJE

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

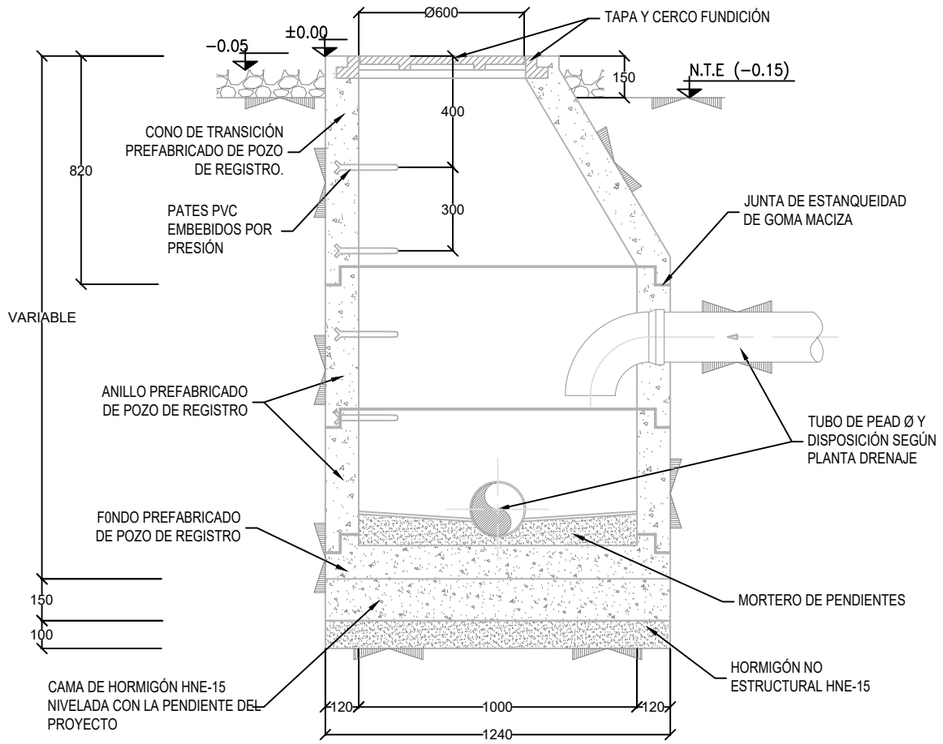
ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

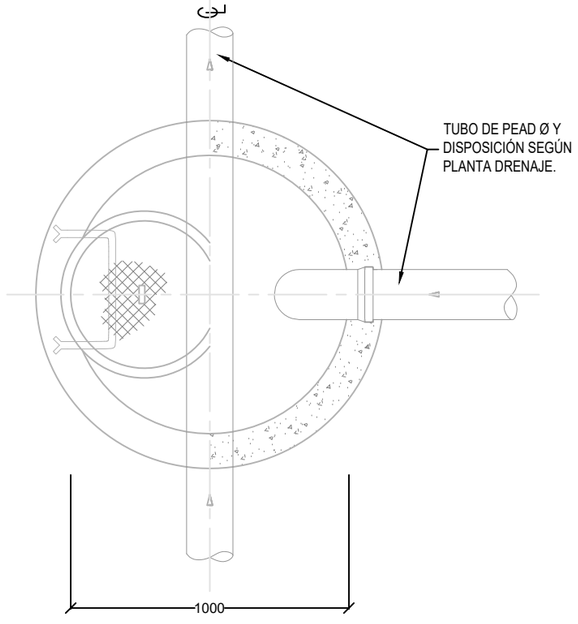
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0003_01 DRENAJE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8RXQZCGGDNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



ALZADO SECCIÓN



PLANTA

NOTAS

1.– COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.
2.– TODOS LOS ELEMENTOS INDICADOS SON MERAMENTE REPRESENTATIVOS.
EL CONSTRUCTOR PODRÁ MODIFICAR LIGERAMENTE EL DETALLE CORRESPONDIENTE EN BASE A LOS ELEMENTOS NORMALIZADOS FÁCILMENTE ADQUIRIBLES EN LA ZONA.
3.– EL NÚMERO DE ANILLOS INTERMEDIOS VARIARA SEGÚN PROFUNDIDAD Y FABRICANTE.
4.– LA TAPA Y EL CERCO DE FUNDICIÓN SERÁN DE LA CLASE RESISTENTE SERÁ D−400.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLES TIPO. DRENAJE

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

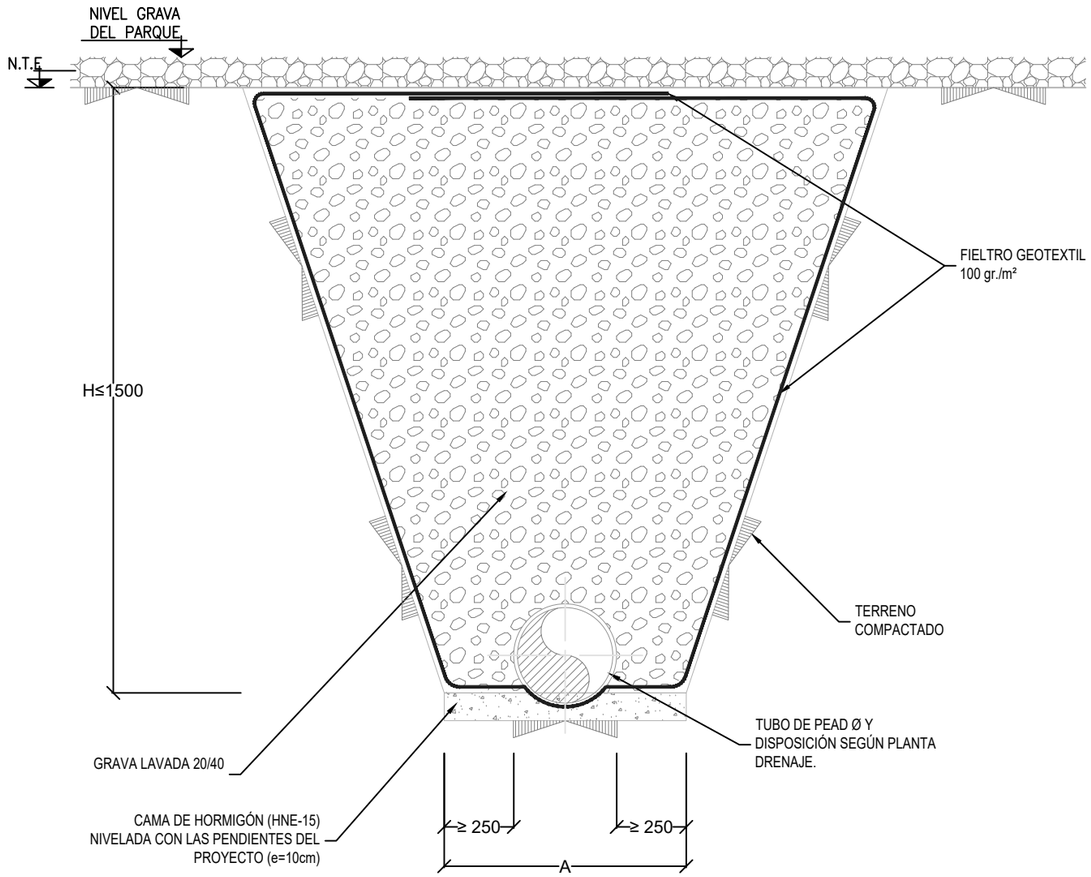
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0003_01 DRENAJE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVWKU8IXQZUGLNRB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

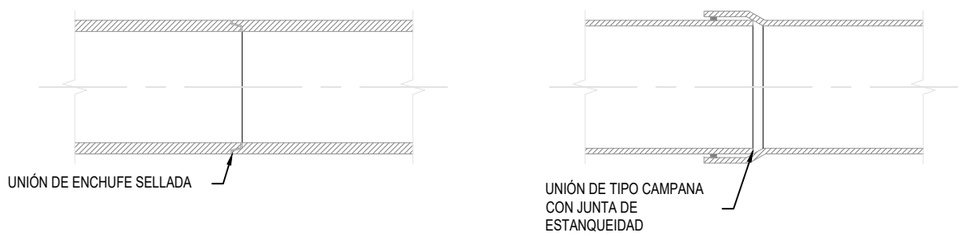


SECCIÓN TIPO

A (mm)	Diámetro interior Di (mm.)
800	ø ≤ 315

NOTAS

1.– COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.
2.– EL TUBO DRENANTE SERÁ ABOVEDADO O CIRCULAR SEGÚN TAMAÑO O FABRICANTE.
3.– SECCIONES VALIDAS PARA TUBOS DE PEAD, PVC, HORMIGÓN, FUNDICIÓN O ACERO INOX.



DETALLE UNIÓN TUBOS

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLES TIPO. DRENAJE

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.
SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO
CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

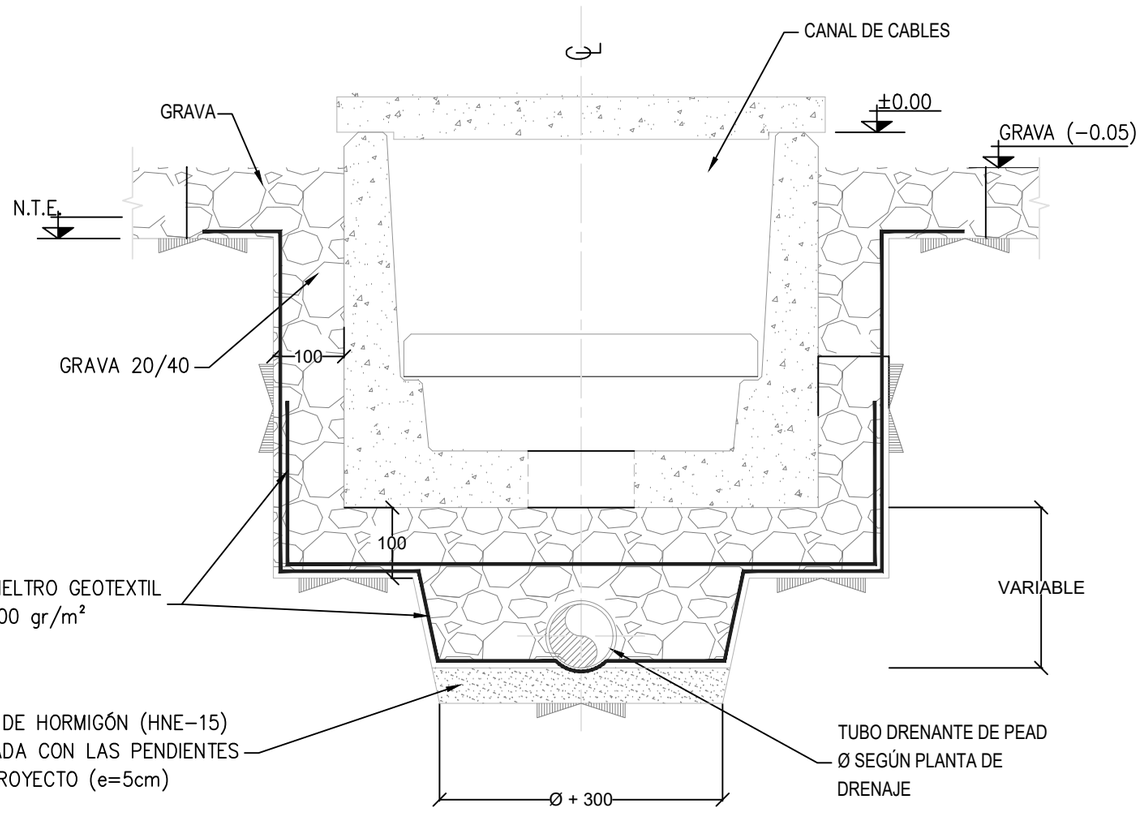
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0003_01 DRENAJE

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMRUBRXQZOJSUWKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



SECCIÓN TIPO

NOTAS

1.– COTAS EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.

2.– EL TUBO DRENANTE SERÁ ABOVEDADO O CIRCULAR SEGÚN TAMAÑO O FABRICANTE.

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLES TIPO. DRENAJE

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.
SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO
CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

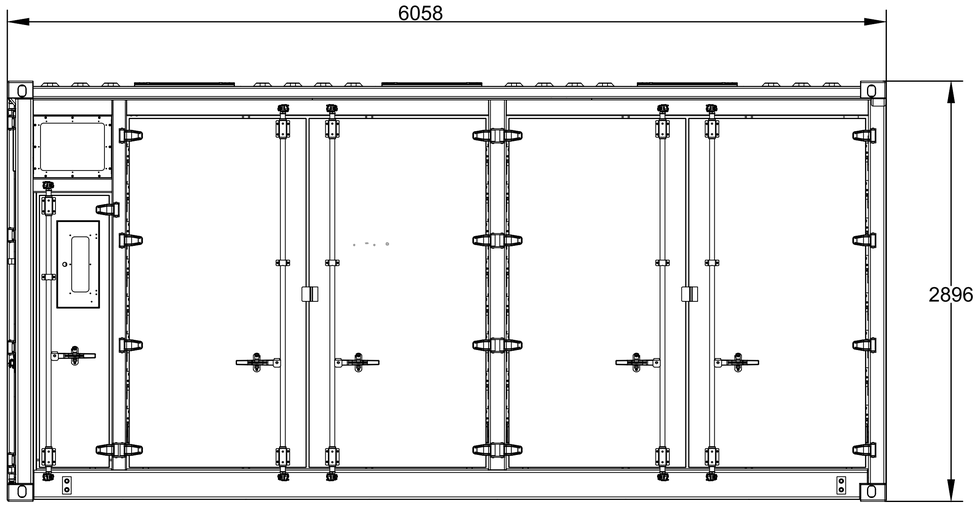
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

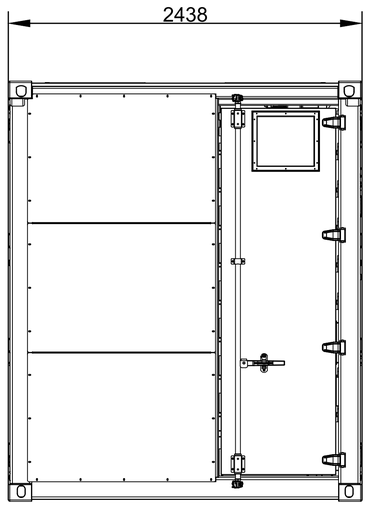
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-CI-DRW-0003_01 DRENAJE

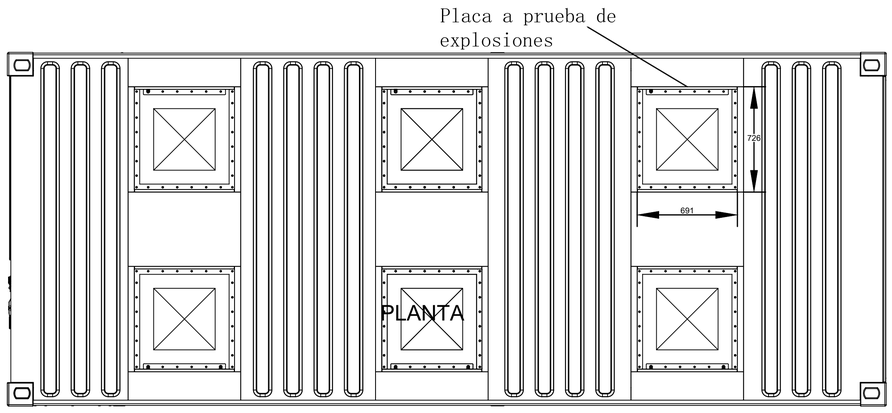
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXUZUGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



ALZADO LONGITUDINAL

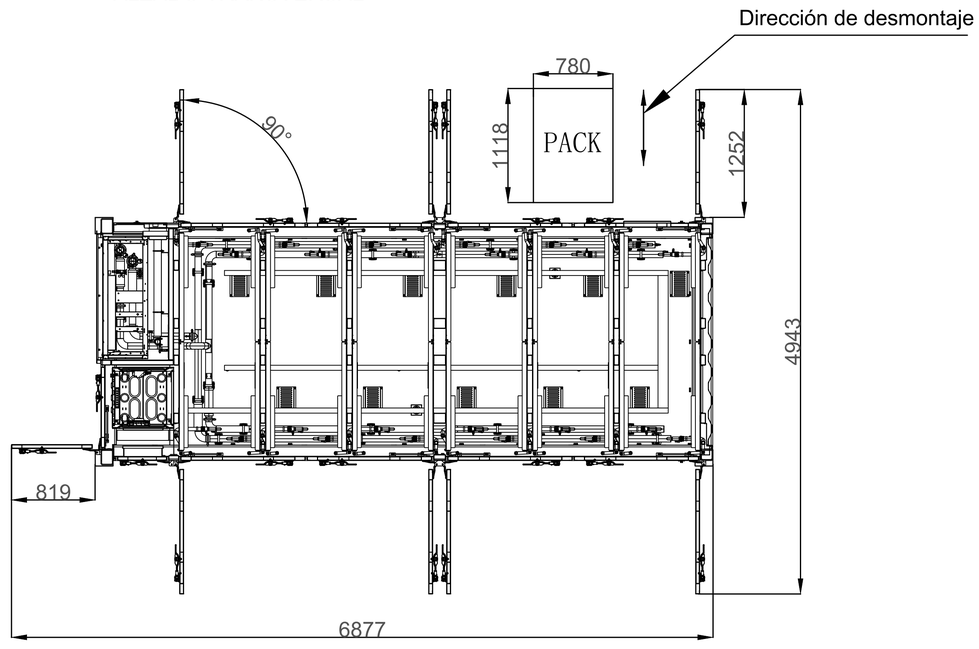


ALZADO TRANSVERSAL



PLANTA

PLANTA



PLANTA (APERTURA DE PUERTAS)

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

CONTENEDOR TIPO BESS. DETALLE Y CIMENTACION

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

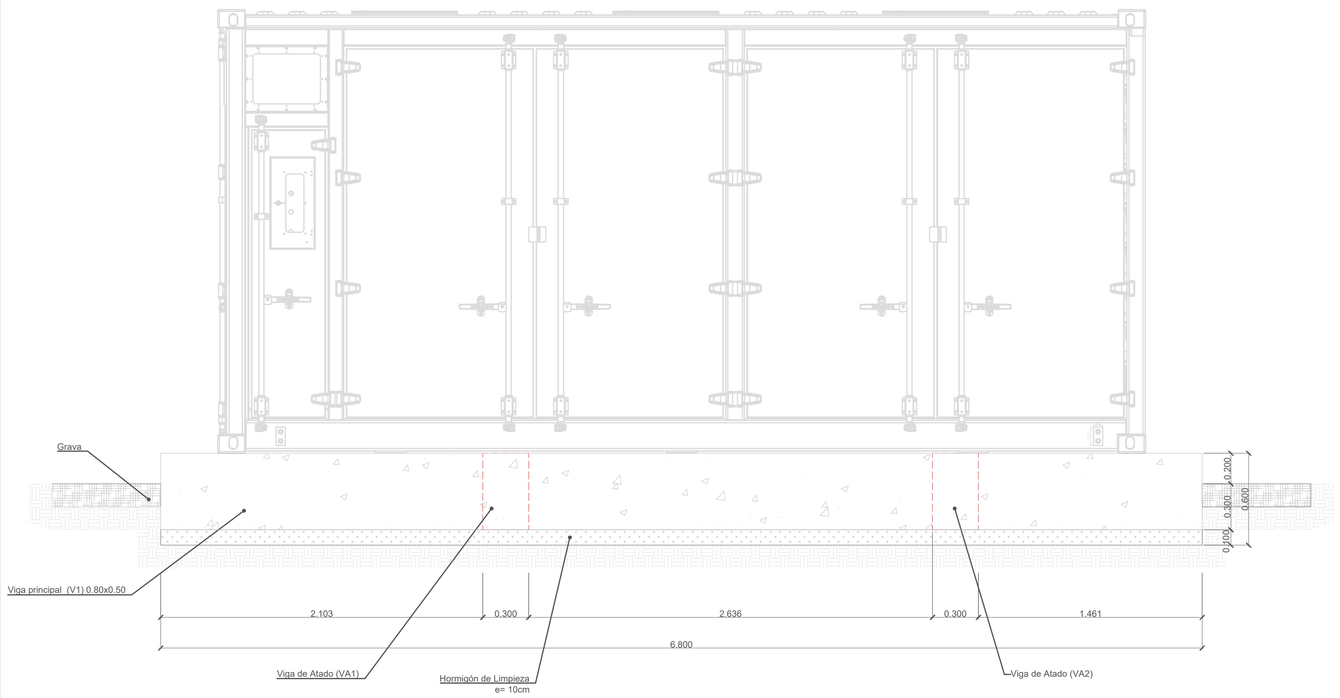
ESCALA: INDICADA

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0001 CONTENEDOR TIPO BESS.

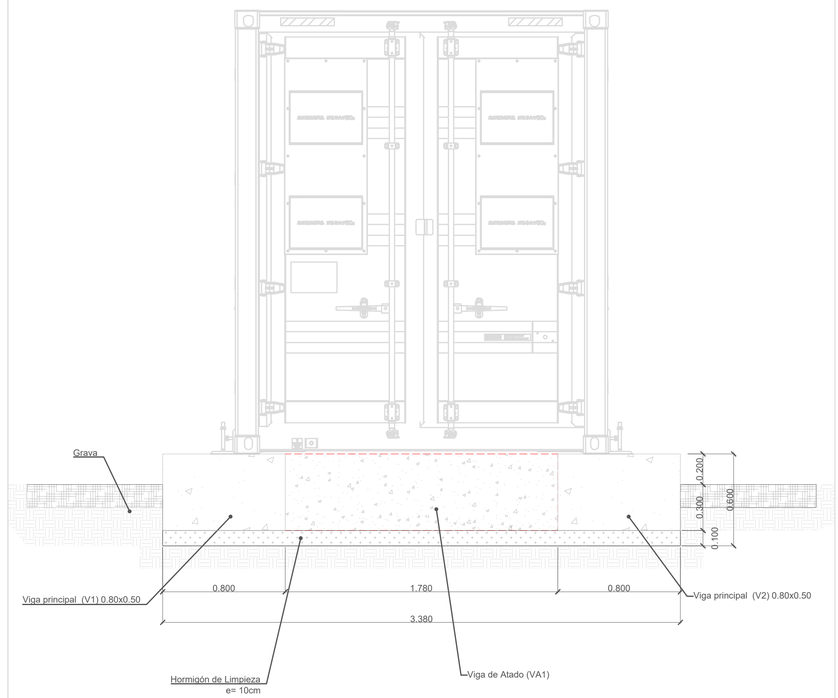
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Actividad verificada mediante CSV: PVMHJBKQCNUNB8
Autenticidad verificable a través de la Página: https://gestiondocumental.cni.es/visadoCSV.aspx



1 Cimentación BESS

Alzado Longitudinal

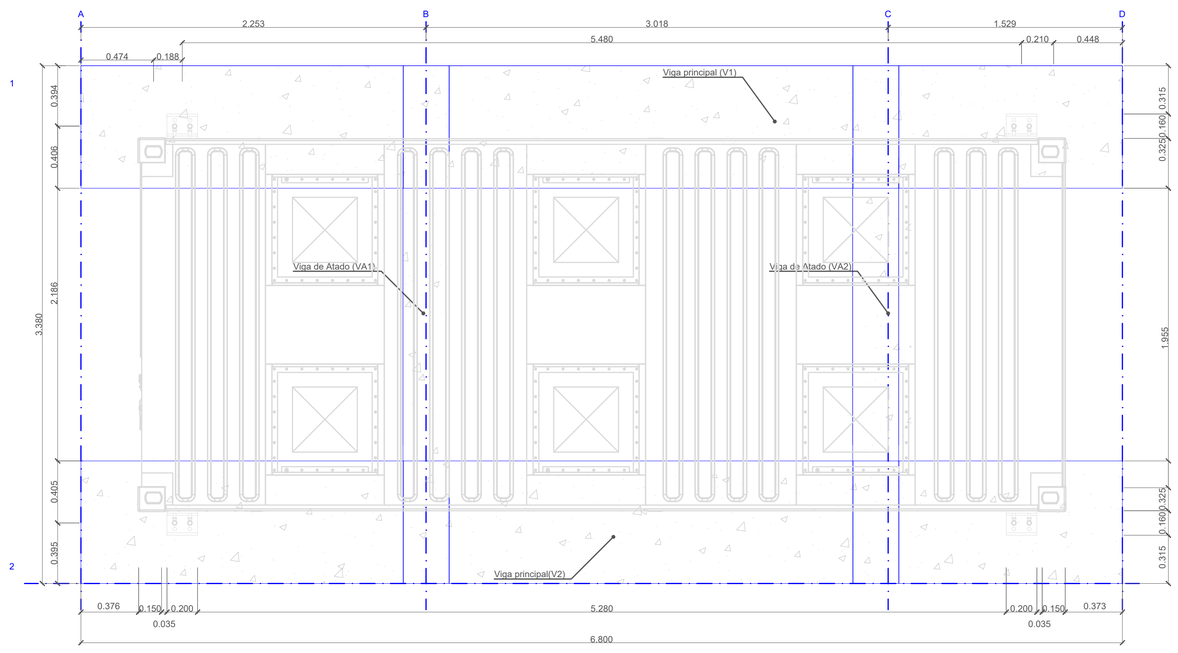
Escala (A1/A3): 1:20 / 1:40



3 Cimentación BESS

Alzado Transversal

Escala (A1/A3): 1:20 / 1:40



2 Cimentación BESS

Planta

Escala (A1/A3): 1:20 / 1:40

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

CONTENEDOR TIPO BESS. DETALLE Y CIMENTACION

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

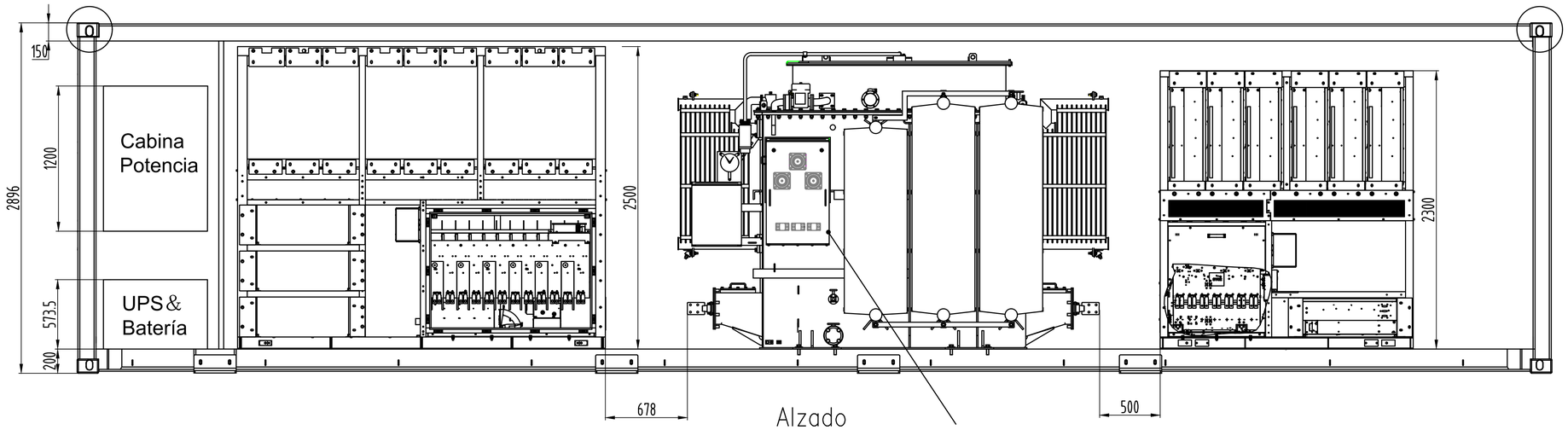
ESCALA: INDICADA

A1 841 x 594 mm

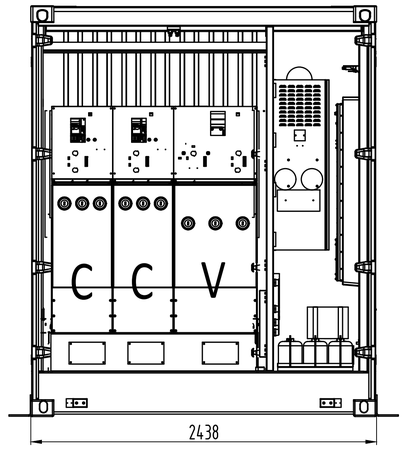
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0001 CONTENEDOR TIPO BESS.

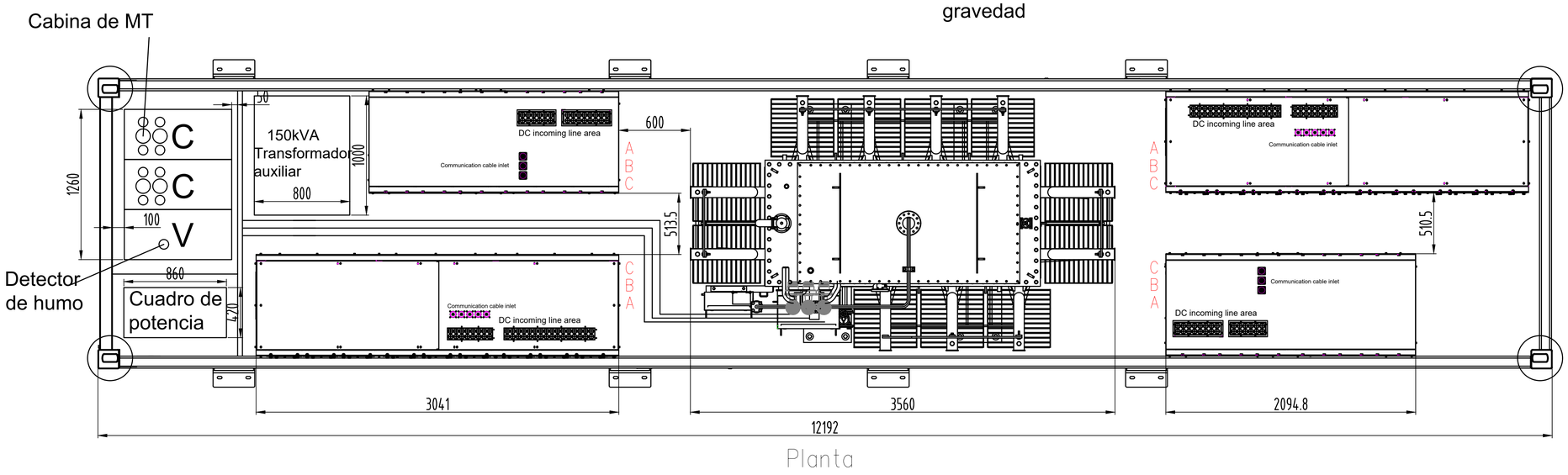
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVAR1BRJQACNJ3A8
Autenticidad verificable a través de la Página: https://gestiondocumental.icai.es/visadoCSV.aspx



Alzado



Vista Lateral



Planta

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

CONTENEDOR TIPO MVS. DETALLE Y CIMENTACION

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: INDICADA

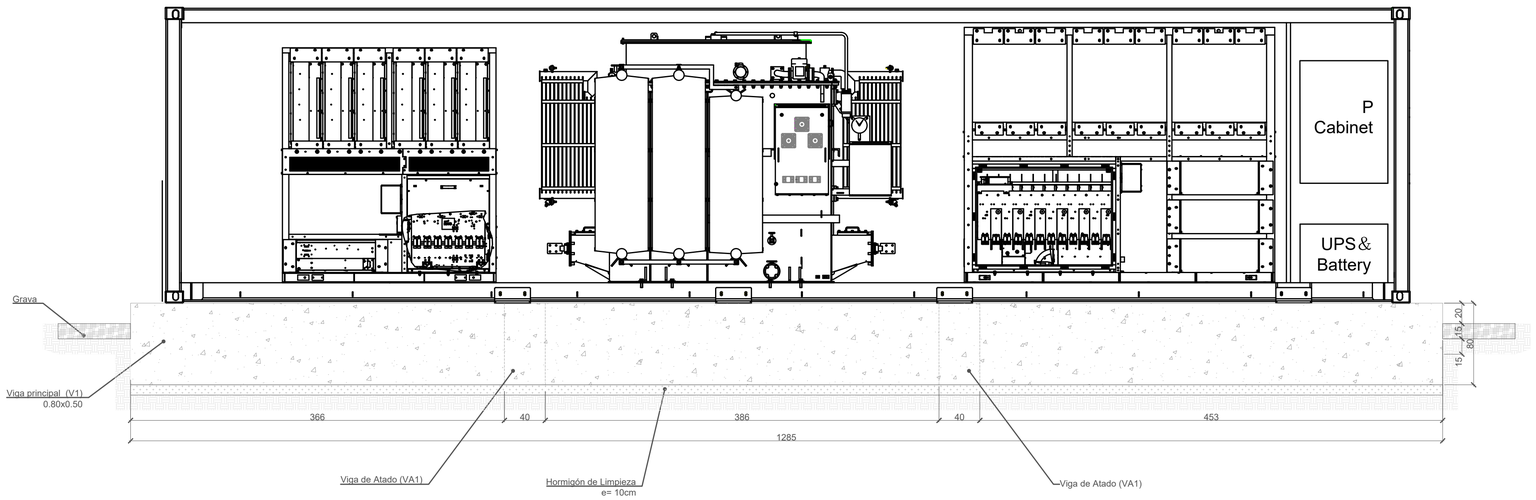
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0002 CONTENEDOR TIPO MVS

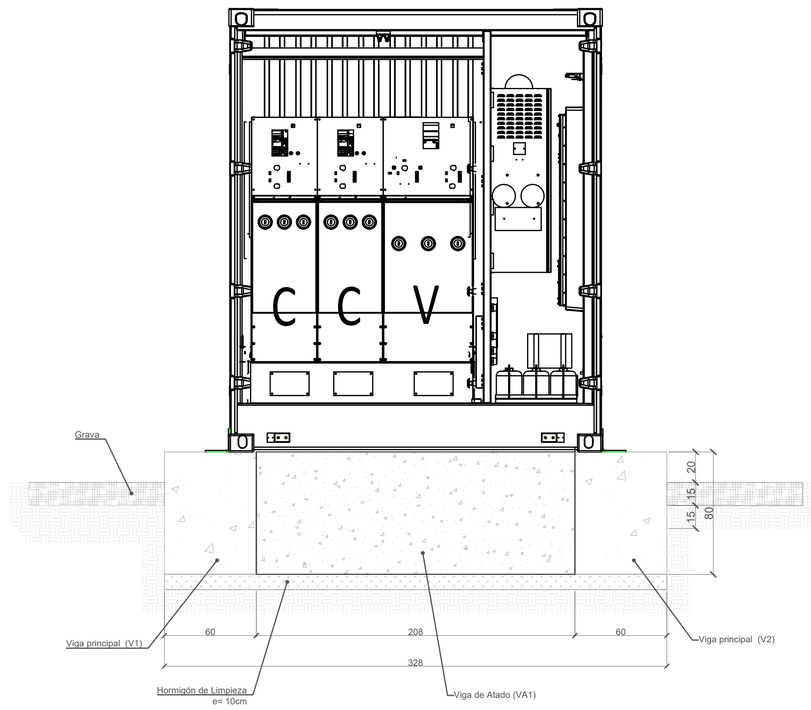
HOJA 01 DE 02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autorizado unicamente mediante CSV: PVMXMPXQOSUMS
Acceda a la verificación a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/validarCSV.aspx



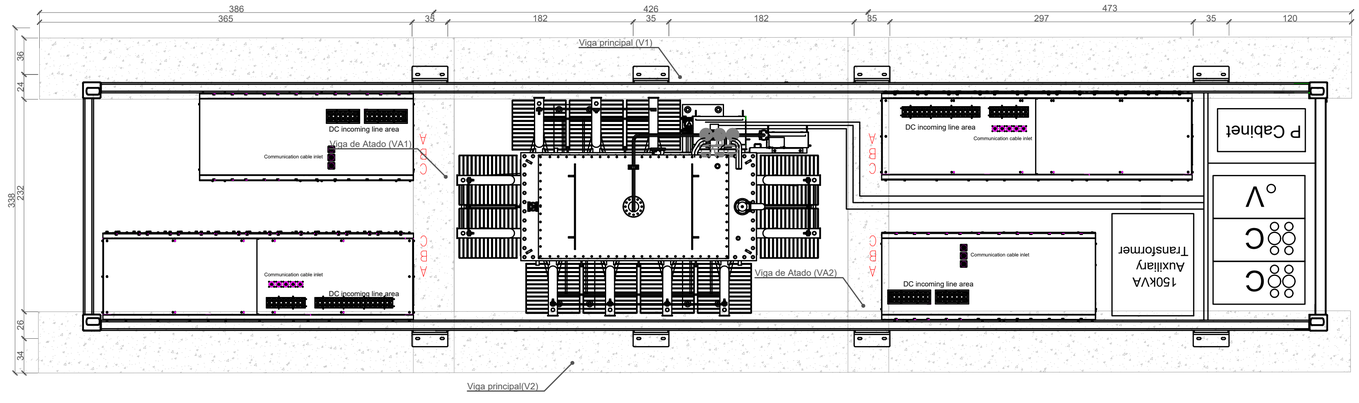
1 POWER STATION. DETALLE CIMENTACIONES

Alzado Longitudinal — Escala (A1/A3): 1:30 / 1:60



3 POWER STATION. DETALLE CIMENTACIONES

Alzado Transversal — Escala (A1/A3): 1:20 / 1:40



2 POWER STATION. DETALLE CIMENTACIONES

Planta — Escala (A1/A3): 1:30 / 1:60

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

CONTENEDOR TIPO MVS. DETALLE Y CIMENTACION

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: INDICADA

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO: HERC-SOL-AL-EL-DRW-0002 CONTENEDOR TIPO MVS

VISADO COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Actividades profesionales incluidas: VISADO. Verifique este documento en la sede electrónica del Colegio en la dirección https://gestiondocumentos.icai.es/validar/CSV y/o en la sede electrónica a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/validar/CSV.aspx

SE EL PISÓN

ZONA BATERÍAS
AGRUPACIÓN
HERCULES

DATUM: ETRS89 HUSO 30

N

LEYENDA	
	Vallado
	Zanja BT
	Subestación
	Pantalla Vegetal
	Caminos Acceso a Baterías

Nota:
El trazado de las zanjas es orientativo y será definido en fase de ingeniería de detalle.
Las zanjas de media tensión se muestran en plano dedicado

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

TRAZADO BT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:400

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0003_01 TRAZADO BT

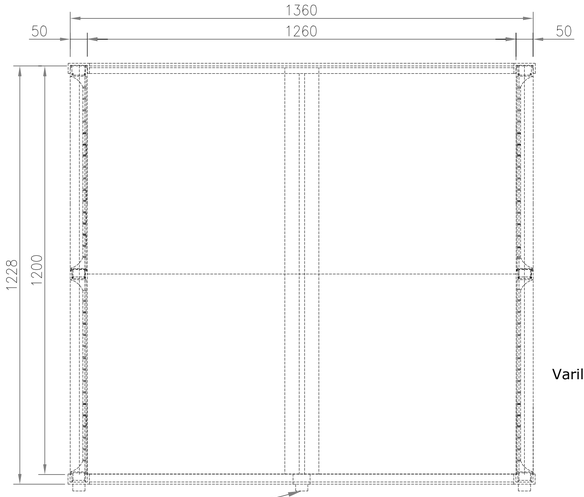
HOJA 01 DE 02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autoridad emisora: AC Corporativos. Normativa: Firma electrónica ICAI. Verificable en https://sede.minetur.gob.es/es-ES/Paginas/verificar.aspx. Identidad verificada a través de la sede del órgano destinatario del documento.

ESC: 1:800

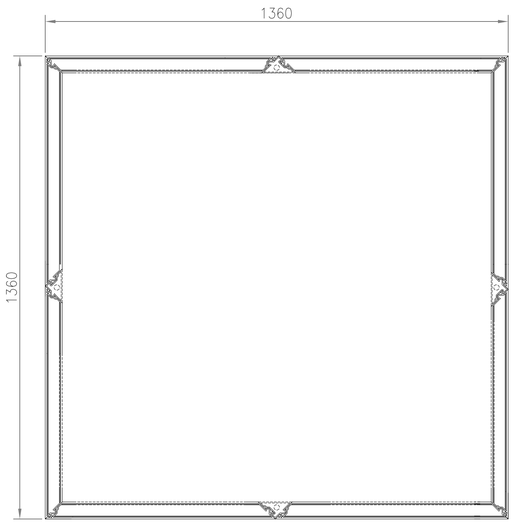
DATUM: ETRS89 HUSO 30

DETALLE ARQUETA TIPO A
(CIRCUITOS DE MT)
ESCALA 1:15

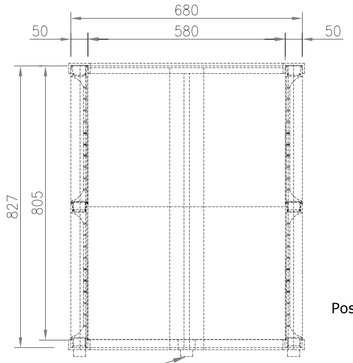


Varilla roscada Ø 16mm.

ARQUETA DESMONTABLE MODULAR
1360x1360x1200
POLIPROPILENO REFORZADO

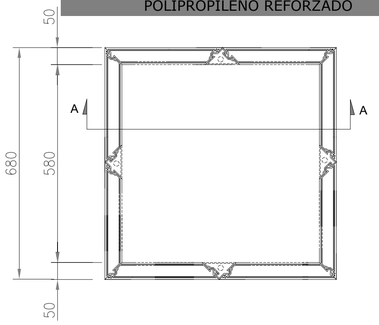


DETALLE ARQUETA TIPO B
(CIRCUITOS DE CC Y SSAA)
ESCALA 1:15

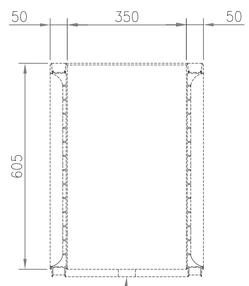


Varilla roscada Ø 16mm.

ARQUETA DESMONTABLE MODULAR
680x680x800
POLIPROPILENO REFORZADO

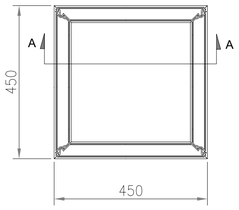


DETALLE ARQUETA TIPO C
(CIRCUITOS DE COMUNICACIONES Y FO)
ESCALA 1:15

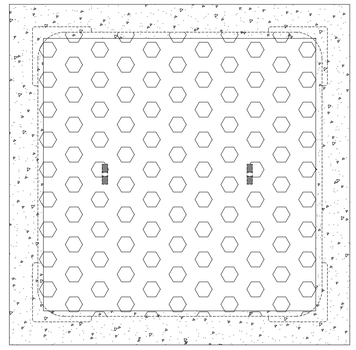


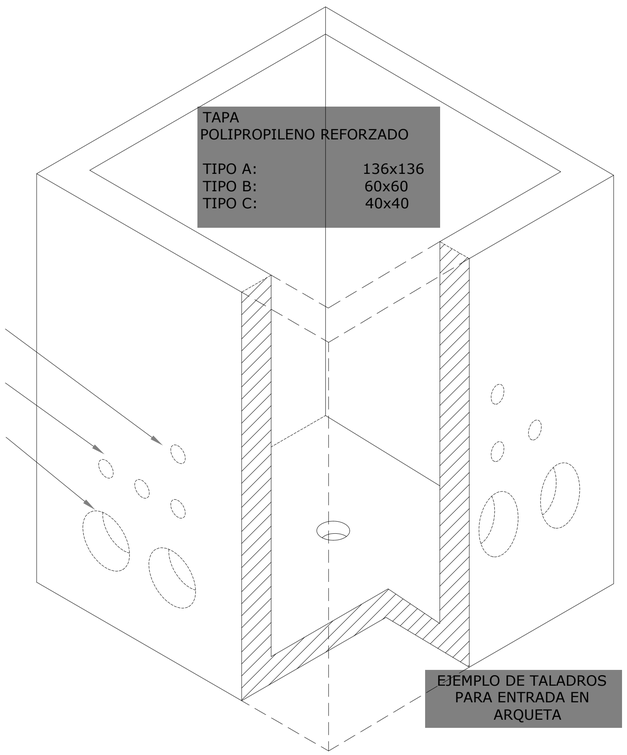
Posible agujero de drenaje

ARQUETA DESMONTABLE MODULAR
450x450x600
POLIPROPILENO REFORZADO

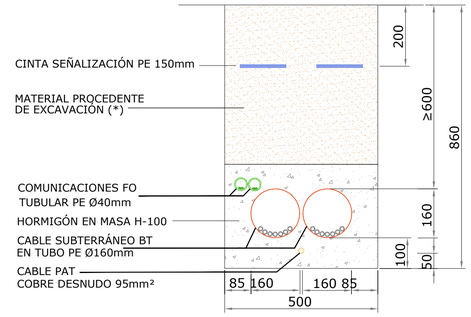


DETALLE TIPO ARQUETA
(TIPO A, TIPO B, TIPO C)
S/E





SECCIÓN ZANJA TIPO 1
BAJA TENSIÓN



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:
PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:
SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:
TRAZADO BT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A 1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:
HERC-SOL-AL-EL-DRW-0003_01 TRAZADO BT

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVMR3BKQCNJ6
Autenticidad verificable a través de la Página: https://gestiondocumental.icai.es/visadoCSV.aspx

SE EL PISÓN

ZONA BATERÍAS
AGRUPACIÓN
HÉRCULES

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

LEYENDA

- Vallado
- Circuito Media Tensión
- Zanja Media Tensión
- Subestación
- Pantalla Vegetal
- Caminos de Acceso Baterias
- Caminos de Acceso SE

Nota:
El trazado de las zanjas es orientativo y será definido en fase de ingeniería de detalle.
Las zanjas de media tensión se muestran en plano dedicado

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

TRAZADO MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:500

A1 841 x 594 mm

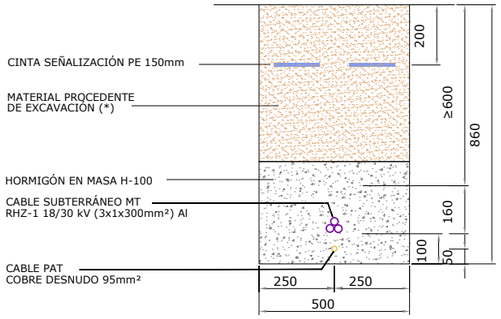
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0004_01 TRAZADO MT

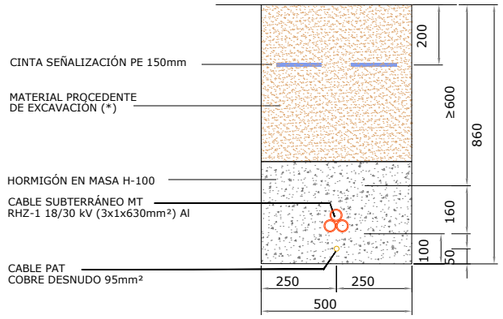
HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 1450025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO
Verifique la autenticidad de este documento en https://portalcolegiados.cni.es/Public/Ver.aspx
Identidad verificable a través de la página https://portalcolegiados.cni.es/Public/Ver.aspx

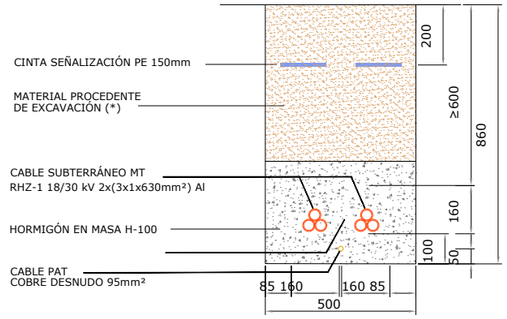
SECCIÓN TIPO 1
MEDIA TENSIÓN



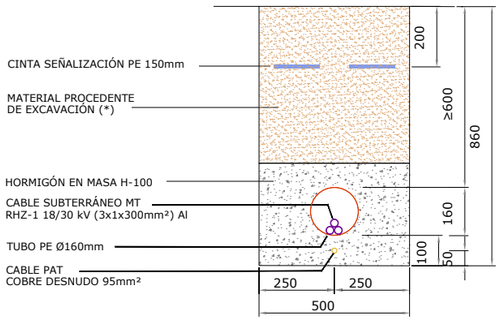
SECCIÓN TIPO 2
MEDIA TENSIÓN



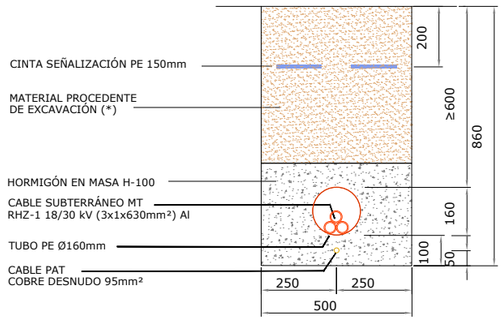
SECCIÓN TIPO 3
MEDIA TENSIÓN



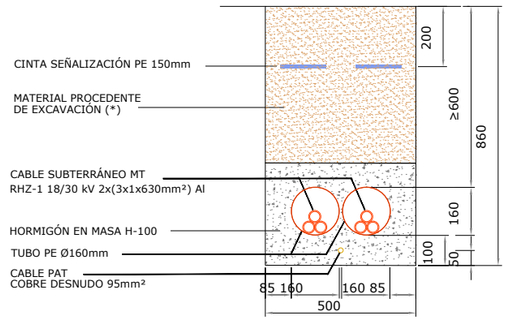
SECCIÓN TIPO 4
MEDIA TENSIÓN



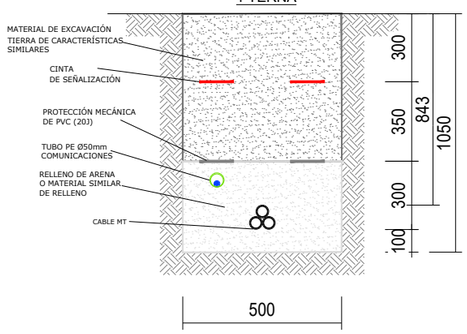
SECCIÓN TIPO 5
MEDIA TENSIÓN



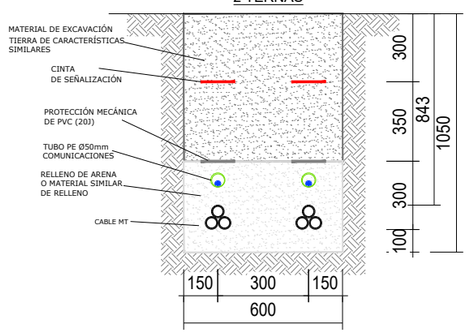
SECCIÓN TIPO 6
MEDIA TENSIÓN



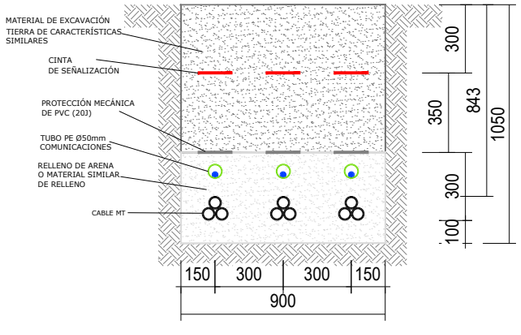
SECCIÓN TIPO ZANJA ENTERRADA
1 TERNA



SECCIÓN TIPO ZANJA ENTERRADA
2 TERNAS



SECCIÓN TIPO ZANJA ENTERRADA
3 TERNAS



01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

ZANJAS SECCIONES

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0005_01 ZANJAS DETALLES

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: HVMKUBIXQZOSLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

HACIA DIAGRAMA UNIFILAR MT
"HERC-ITE-AL-EL-SLD-0002"

A,B,C

Transformador BT/MT
6.250 kVA
3Ph 2e2.5% 0.69-0.69 kV
Uxc 8% Tier2
50 Hz
Dy11-y11

A,B,C

A,B,C

1TA1-3

2TA1-3

INSTALADO POR FABRICANTE

HACIA DIAGRAMA UNIFILAR SSAA
"HERC-ITE-AL-EL-SLD-0004"

HERC.TSSA.1
690/400/230 V
150kVA, 50 Hz
Dyn11

FUSIBLE Q1.1 SPD1 PE

INT. AUT Q10.1
2000A/690V

INT. AUT Q10.2
2500A/690V

HERC.PB.1
6.250 kVA

INSTALADO POR FABRICANTE

INT. AUT Q3.1 250A/690V
HERC.PCS.1.1 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.1 250A/1500V
INT. AUT Q20.1 250A/1500V
HERC.CC.1.1 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.2 250A/690V
HERC.PCS.1.2 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.2 250A/1500V
INT. AUT Q20.2 250A/1500V
HERC.CC.1.2 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.3 250A/690V
HERC.PCS.1.3 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.3 250A/1500V
INT. AUT Q20.3 250A/1500V
HERC.CC.1.3 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.4 250A/690V
HERC.PCS.1.4 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.4 250A/1500V
INT. AUT Q20.4 250A/1500V
HERC.CC.1.4 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.5 250A/690V
HERC.PCS.1.5 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.5 250A/1500V
INT. AUT Q20.5 250A/1500V
HERC.CC.1.5 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.6 250A/690V
HERC.PCS.1.6 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.6 250A/1500V
INT. AUT Q20.6 250A/1500V
HERC.CC.1.6 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.7 250A/690V
HERC.PCS.1.7 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.7 250A/1500V
INT. AUT Q20.7 250A/1500V
HERC.CC.1.7 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.8 250A/690V
HERC.PCS.1.8 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.8 250A/1500V
INT. AUT Q20.8 250A/1500V
HERC.CC.1.8 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.9 250A/690V
HERC.PCS.1.9 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.9 250A/1500V
INT. AUT Q20.9 250A/1500V
HERC.CC.1.9 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.10 250A/690V
HERC.PCS.1.10 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.10 250A/1500V
INT. AUT Q20.10 250A/1500V
HERC.CC.1.10 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.11 250A/690V
HERC.PCS.1.11 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.11 250A/1500V
INT. AUT Q20.11 250A/1500V
HERC.CC.1.11 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.12 250A/690V
HERC.PCS.1.12 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.12 250A/1500V
INT. AUT Q20.12 250A/1500V
HERC.CC.1.12 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.13 250A/690V
HERC.PCS.1.13 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.13 250A/1500V
INT. AUT Q20.13 250A/1500V
HERC.CC.1.13 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.14 250A/690V
HERC.PCS.1.14 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.14 250A/1500V
INT. AUT Q20.14 250A/1500V
HERC.CC.1.14 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.15 250A/690V
HERC.PCS.1.15 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.15 250A/1500V
INT. AUT Q20.15 250A/1500V
HERC.CC.1.15 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

CONTROL BOX
INT. AUT NDM3Z 250/4V 250A/1500V C5+I FUSIBLE NH3DILa/fuse550/3 550A/1500V/250kA

CLOSTER 1 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 2 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 3 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 4 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 5 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 6 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 7 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 8 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 9 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 10 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 11 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh
CLOSTER 12 314Ah 1P525-125 1331.2V 417.99kWh

HERC.BESS.1.1
5.015MWh

HERC.BESS.1.2
5.015MWh

HERC.BESS.1.3
5.015MWh

FUSIBLE Q1.2 SPD2 PE

INT. AUT Q10.3
2500A/690V

INT. AUT Q10.4
2000A/690V

INT. AUT Q3.16 250A/690V
HERC.PCS.1.16 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.16 250A/1500V
INT. AUT Q20.16 250A/1500V
HERC.CC.1.16 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.17 250A/690V
HERC.PCS.1.17 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.17 250A/1500V
INT. AUT Q20.17 250A/1500V
HERC.CC.1.17 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.18 250A/690V
HERC.PCS.1.18 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.18 250A/1500V
INT. AUT Q20.18 250A/1500V
HERC.CC.1.18 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.19 250A/690V
HERC.PCS.1.19 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.19 250A/1500V
INT. AUT Q20.19 250A/1500V
HERC.CC.1.19 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.20 250A/690V
HERC.PCS.1.20 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.20 250A/1500V
INT. AUT Q20.20 250A/1500V
HERC.CC.1.20 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.21 250A/690V
HERC.PCS.1.21 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.21 250A/1500V
INT. AUT Q20.21 250A/1500V
HERC.CC.1.21 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.22 250A/690V
HERC.PCS.1.22 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.22 250A/1500V
INT. AUT Q20.22 250A/1500V
HERC.CC.1.22 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.23 250A/690V
HERC.PCS.1.23 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.23 250A/1500V
INT. AUT Q20.23 250A/1500V
HERC.CC.1.23 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.24 250A/690V
HERC.PCS.1.24 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.24 250A/1500V
INT. AUT Q20.24 250A/1500V
HERC.CC.1.24 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.25 250A/690V
HERC.PCS.1.25 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.25 250A/1500V
INT. AUT Q20.25 250A/1500V
HERC.CC.1.25 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.26 250A/690V
HERC.PCS.1.26 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.26 250A/1500V
INT. AUT Q20.26 250A/1500V
HERC.CC.1.26 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.27 250A/690V
HERC.PCS.1.27 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.27 250A/1500V
INT. AUT Q20.27 250A/1500V
HERC.CC.1.27 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.28 250A/690V
HERC.PCS.1.28 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.28 250A/1500V
INT. AUT Q20.28 250A/1500V
HERC.CC.1.28 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.29 250A/690V
HERC.PCS.1.29 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.29 250A/1500V
INT. AUT Q20.29 250A/1500V
HERC.CC.1.29 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

INT. AUT Q3.30 250A/690V
HERC.PCS.1.30 188.3 kW 690 V 3W+PE
FUSIBLE 1.30 250A/1500V
INT. AUT Q20.30 250A/1500V
HERC.CC.1.30 +/- 2(1x240) mm2 AI XZ1 (1x240) mm2

HERC.BESS.1.3
5.015MWh

HERC.BESS.1.4
5.015MWh

HERC.BESS.1.5
5.015MWh

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN
	INVERSOR PCS
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 3 DEVANADOS
	PROTECCIÓN A TIERRA
	CLÚSTER BATERÍAS
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE DOS DEVANADOS

NOTAS:

- LAS PROTECCIONES INTEGRADAS EN EL INTERIOR DE LOS EQUIPOS SON SUMINISTRADAS E INSTALADAS POR EL FABRICANTE.

- LOS CALIBRES DE LOS FUSIBLES PREVIOS A LOS INVERSORES SE HAN CALCULADO POR MOTIVOS DE COORDINACIÓN, SELECTIVIDAD Y NORMALIZACIÓN.

CÓDIGO PARA IDENTIFICAR BLOQUES DE BATERÍAS:

HERC.BESS.Z.Y
DONDE:
1. BESS:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS BLOQUES DE BATERÍAS
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA AL QUE PERTENECE
3. Y: NÚMERO CORRELATIVO DEL BESS (1,2,3...)
4. EJEMPLO: BESS 4 DEL BLOQUE DE POTENCIA 2= HERC.BESS.2.4

CÓDIGO PARA IDENTIFICAR INVERSORES PCS:

HERC.PCS.Z.Y
DONDE:
1. PCS:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS INVERSORES
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA AL QUE PERTENECE
3. Y: NÚMERO CORRELATIVO DEL INVERSOR (1,2,3...)
4. EJEMPLO: INVERSOR 4 DEL BLOQUE DE POTENCIA 2= HERC.PCS.2.4

CÓDIGO PARA IDENTIFICARTRANSFORMADOR SSAA:

HERC.TSSAA.Z
DONDE:
1. TSSAA:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA AL QUE PERTENECE
3. EJEMPLO: TRANSFORMADOR SSAA DEL BLOQUE DE POTENCIA 1= HERC.TSSAA.1

CÓDIGO PARA IDENTIFICAR BLOQUE DE POTENCIA:

HERC.PB.Z
DONDE:
1. CT:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS BLOQUES DE POTENCIA
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA
3. EJEMPLO: BLOQUE DE POTENCIA 1= HERC.PB.1

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DIAGRAMA UNIFILAR. BAJA TENSIÓN

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S / E

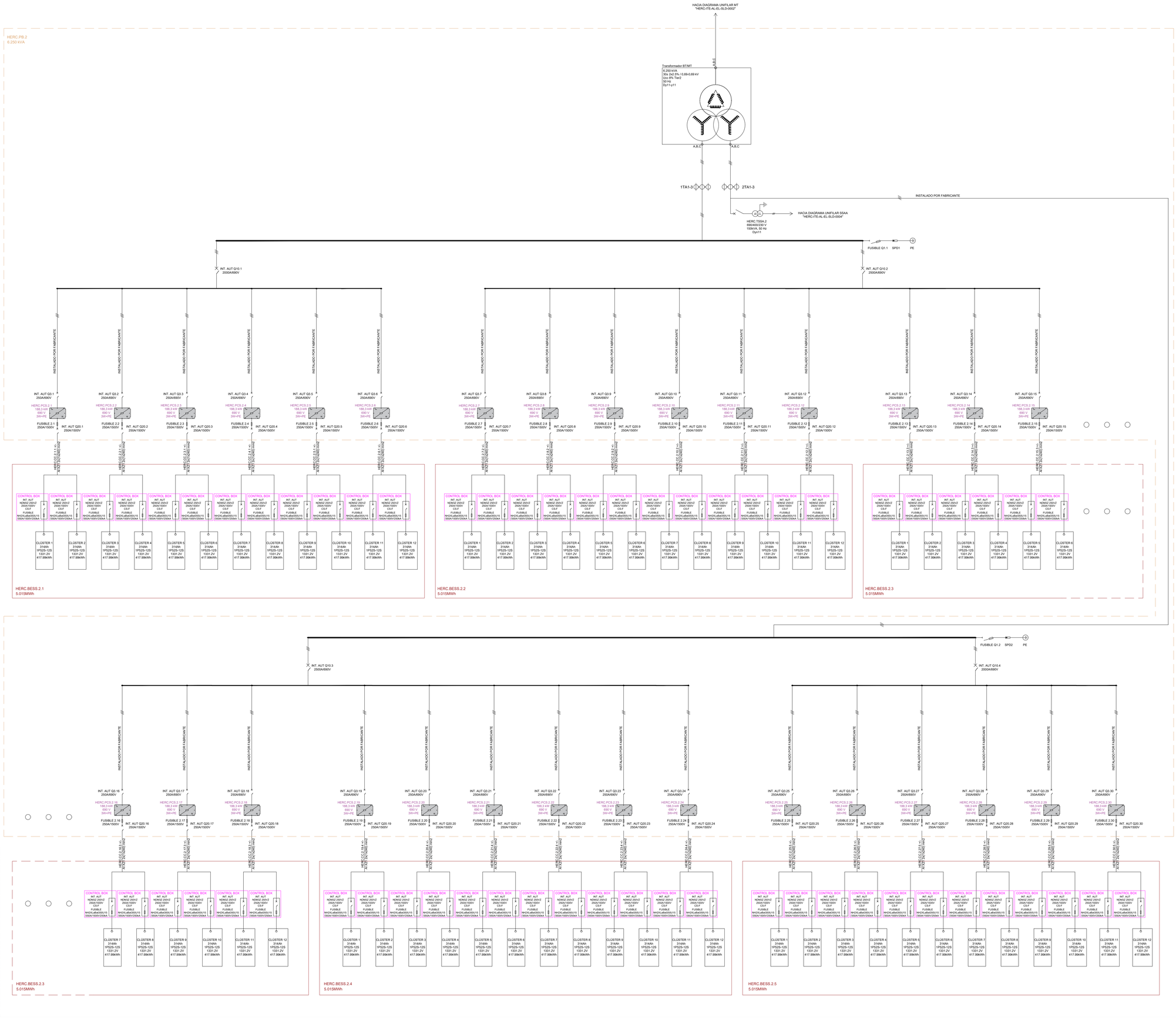
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0006

HOJA 01 DE 02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045005. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMXMFNQOSSLMJ3. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/Validar.CSV.aspx



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN
	INVERSOR PCS
	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 3 DEVANADOS
	PROTECCIÓN A TIERRA
	CLÚSTER BATERÍAS
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE DOS DEVANADOS

NOTAS:

- LAS PROTECCIONES INTEGRADAS EN EL INTERIOR DE LOS EQUIPOS SON SUMINISTRADAS E INSTALADAS POR EL FABRICANTE.

- LOS CALIBRES DE LOS FUSIBLES PREVIOS A LOS INVERSORES SE HAN CALCULADO POR MOTIVOS DE COORDINACIÓN, SELECTIVIDAD Y NORMALIZACIÓN.

CÓDIGO PARA IDENTIFICAR BLOQUES DE BATERÍAS:

HERC.BESS.Z.Y

DONDE:

1. BESS:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS BLOQUES DE BATERÍAS
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA AL QUE PERTENECE
3. Y: NÚMERO CORRELATIVO DEL BESS (1,2,3...)
4. EJEMPLO: BESS 4 DEL BLOQUE DE POTENCIA 2= HERC.BESS.2.4

CÓDIGO PARA IDENTIFICAR INVERSORES PCS:

HERC.PCS.Z.Y

DONDE:

1. PCS:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS INVERSORES
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA AL QUE PERTENECE
3. Y: NÚMERO CORRELATIVO DEL INVERSOR (1,2,3...)
4. EJEMPLO: INVERSOR 4 DEL BLOQUE DE POTENCIA 2= HERC.PCS.2.4

CÓDIGO PARA IDENTIFICARTRANSFORMADOR SSAA:

HERC.TSSAA.Z

DONDE:

1. TSSAA:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA AL QUE PERTENECE
3. EJEMPLO: TRANSFORMADOR SSAA DEL BLOQUE DE POTENCIA 1= HERC.TSSAA.1

CÓDIGO PARA IDENTIFICAR BLOQUE DE POTENCIA:

HERC.PB.Z

DONDE:

1. CT:CÓDIGO PARA IDENTIFICAR LOS BLOQUES DE POTENCIA
2. Z: NÚMERO DEL BLOQUE DE POTENCIA
3. EJEMPLO: BLOQUE DE POTENCIA 1= HERC.PB.1

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DIAGRAMA UNIFILAR. BAJA TENSIÓN

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S / E

A1 841 x 594 mm

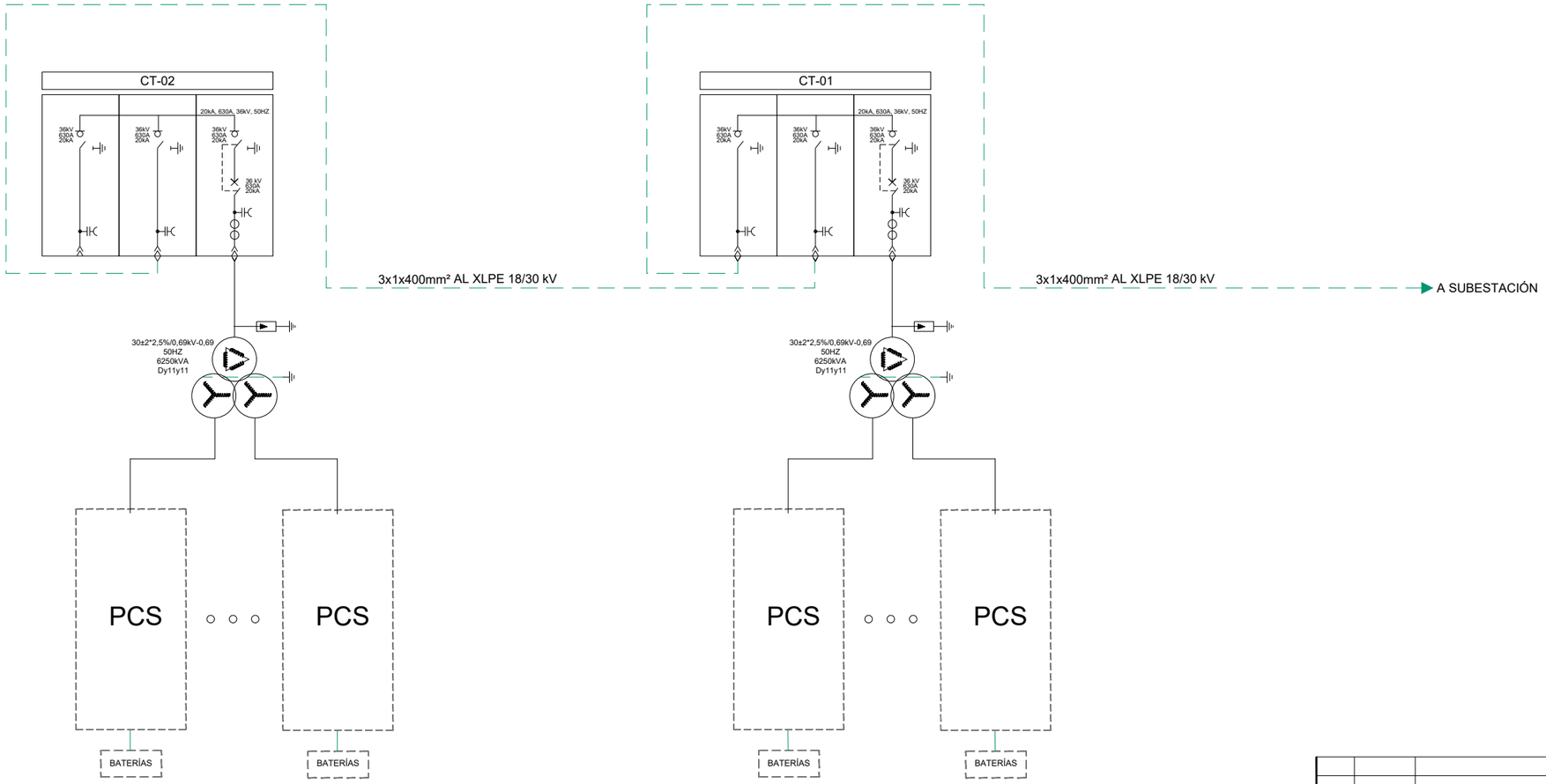
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0006

HOJA 02 DE 02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable a través de la página https://gestiondocumentos.icai.es/validarCSV.aspx

LINEA MT



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

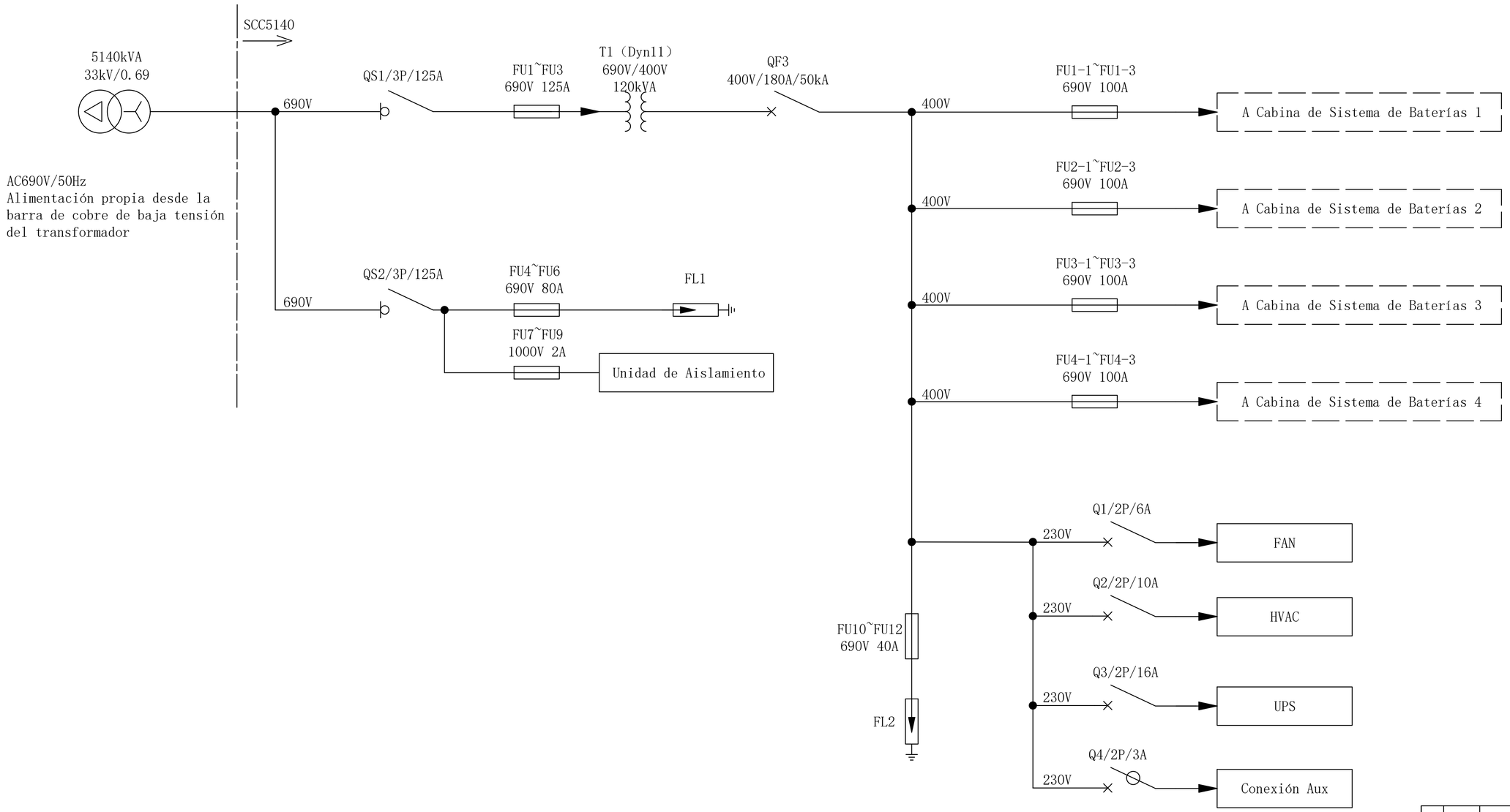
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0007_01 UNIFILAR MT

HOJA 01 **DE** 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKUBIXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR SSAA

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

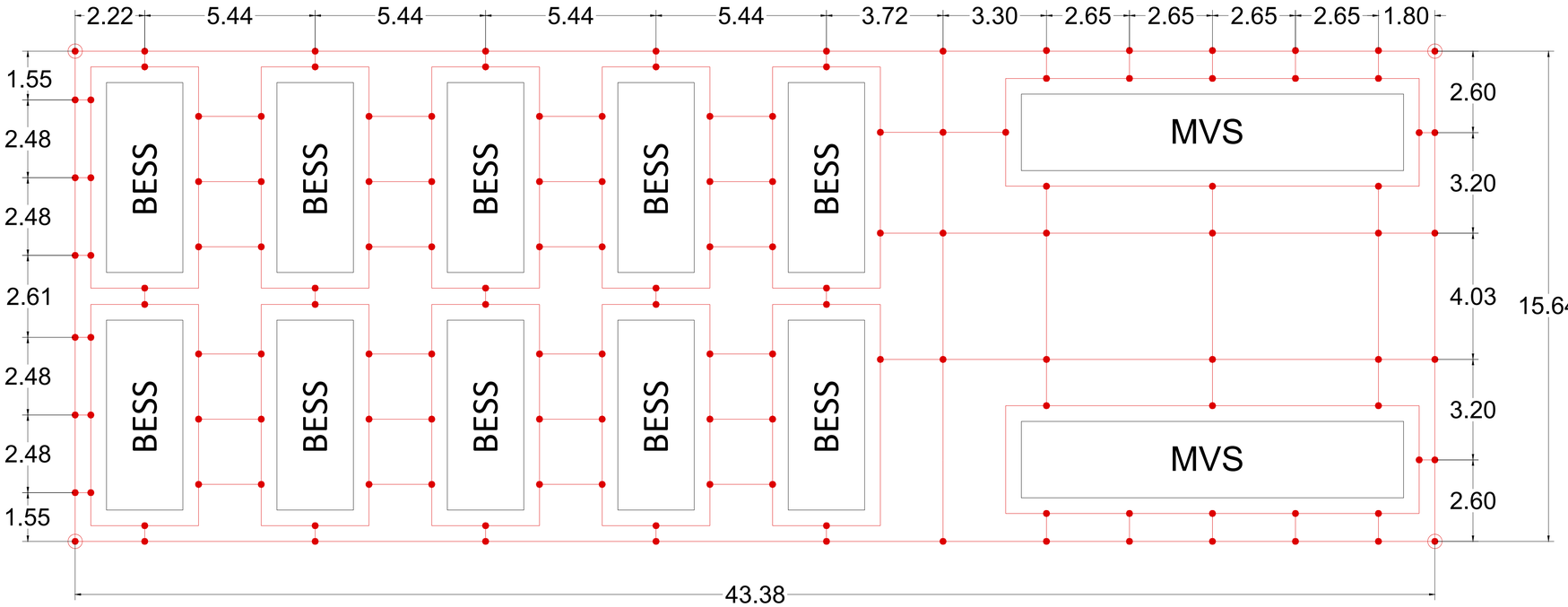
ESCALA S/E

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

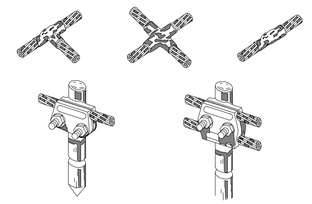
HERC-SOL-AL-EL-DRW-0008_01 UNIFILAR SSAA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (CAI) VISADO nº 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS (CAI). Autenticidad verificable mediante CSV: FVAMUBKQCNJNB. Autenticidad verificable a través de la página: https://geovisordocumentos.cni.es/visor/CSV.aspx



SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA

TIPO CC-TH TIPO CC-XS TIPO CC-L



CONSIDERACIONES:

1.- SE CONECTARÁN A TIERRA TODAS LAS MASAS METÁLICAS, ESTRUCTURAS, CUADROS DE AGRUPACIÓN, AUNQUE NO QUEDEN RECOGIDAS EN EL PRESENTE PLANO

2.- LAS CONEXIONES ENTRE EQUIPOS, ESTRUCTURAS, TABLEROS Y DEMÁS Y LA PROPIA MALLA DE TIERRA, NO PRESENTARÁN EMPALMES EN TODA SU LONGITUD

3.- TODAS LAS CONEXIONES DE LA RED BASE SUBTERRÁNEA SE REALIZARÁ MEDIANTE SOLDADURA ALUMINOTERMICA TIPO CADWELD

4.- EN NINGÚN CASO SE PERMITIRÁ QUE QUEDE EMBEBIDO NINGÚN CONDUCTOR DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN EL INTERIOR DEL HORMIGÓN DE LAS CIMENTACIONES DE EQUIPOS Y ESTRUCTURAS

5.- LAS SALIDAS AÉREAS DE LOS CONDUCTORES DE PUESTA TIERRA SE REALIZARÁN LO MÁS APEGADAS AL HORMIGÓN DE LA CIMENTACIÓN. EN EL CASO DE PLATAFORMAS DE CIMENTACIONES MUY ANCHAS, SE PERMITIRÁ LA ENTUBACIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA QUE SE DESTINE A CONECTAR EL EQUIPO.

6.- LA RED DE PUESTA A TIERRA SE VERIFICARÁN:

6.1.- PUESTA A TIERRA DE TODOS LOS ELEMENTOS METÁLICOS QUE INTERFIEREN EN LA OPERATIVA. ESTRUCTURAS DE BARRAS, CHASIS DE LUMINARIAS, ETC.

LEYENDA

- SOLDADURA ALUMINOTERMICA
- PICA DE TIERRA 2.5m (4ud)
- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 95mm²

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

TIERRAS

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:100

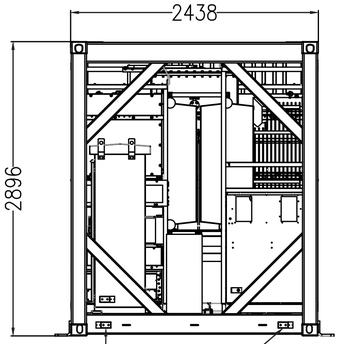
A 1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0009_01 TIERRAS

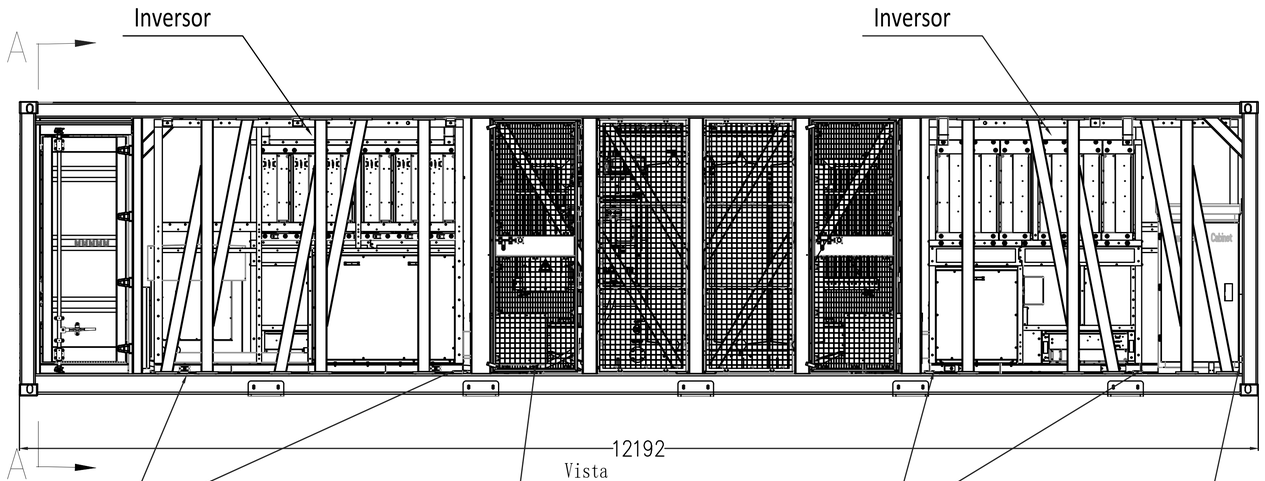
HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVAR1BRJQCNUNB3. Autenticidad verificable a través de la Página: https://gestiondocumental.icai.es/validarCSV.aspx



Toma a tierra M12
60x5mm acero plano

Vista del lado derecho



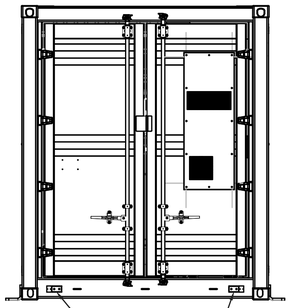
Tierra del inversor
BVR 2X95mm² M12

Tierra del transformador
BVR 2X95mm² M12

Vista frontal

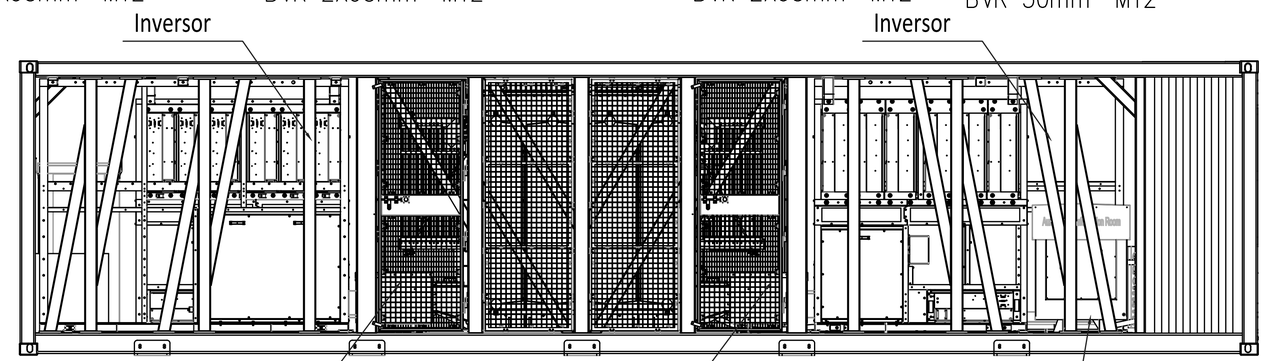
Tierra del inversor
BVR 2X95mm² M12

Tierra de cabina BT
BVR 50mm² M12



Vista del lado izquierdo

Punto a tierra M12
60x5mm Acero plano

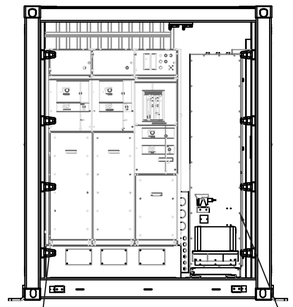


Vista trasera

Tierra deL CT
BVR 2.5mm²

Tierra del CT
BVR 2.5mm²

Tierra de transformador
de servicios auxiliares
BVR 50mm² M12



Sección A-A

Tierra del RMU
BVR 95mm2 M12

Tierra de cabina BT
BVR 50mm2 M12

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLE DE PUESTA A TIERRA

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

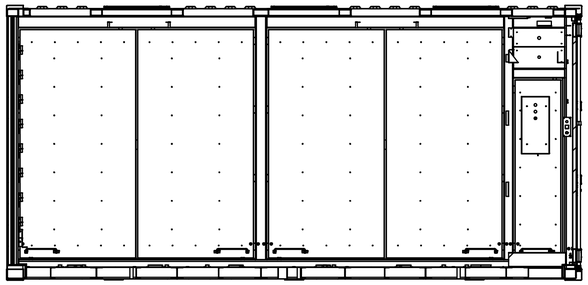
ESCALA S/E

A1 841 x 594 mm

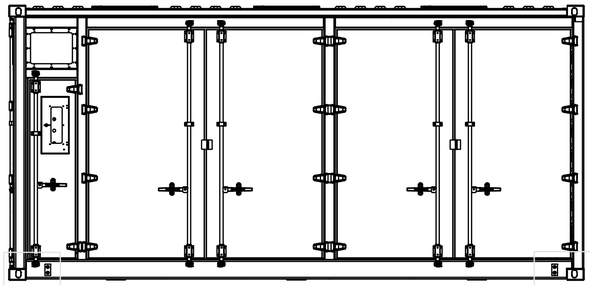
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0010_01 DETALLES PAT.dw

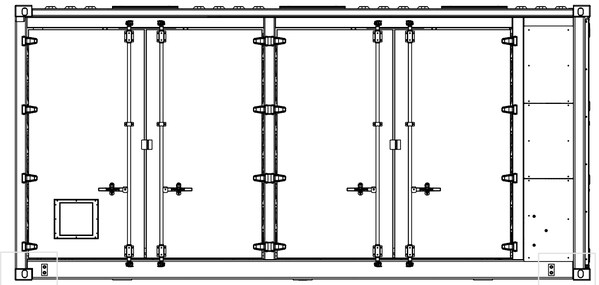
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Actividad verificada mediante CSV: FVAMSBKQCNDNB3
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.cni.es/visadoCSV.aspx



E–E
1 : 50



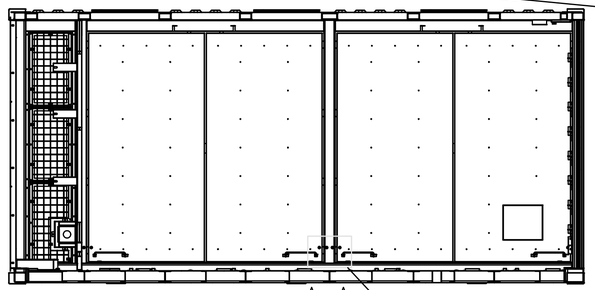
F



F

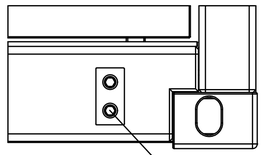
V

4 Puntos a tierra externos



A–A
1 : 50

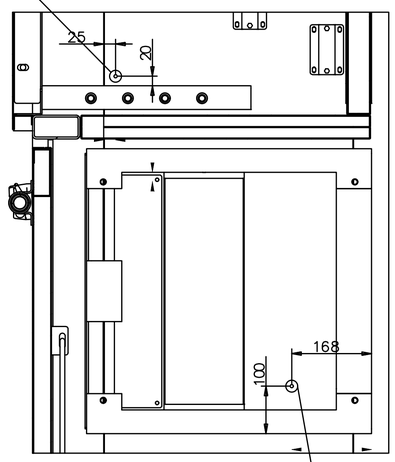
C



V
1 : 10

Puntos a tierra externos del compartimento de la batería, que están conectados por dos pernos M12 * 30 de acero inoxidable.

El punto de conexión a tierra en la parte inferior del enfriador por líquido está conectado con un cable de cobre de 25 mm² y fijado con pernos M8 * 10. de acero inoxidable

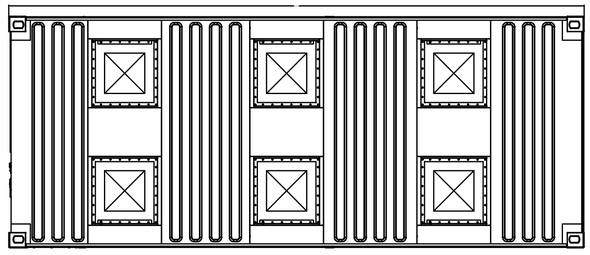


D
1 : 10

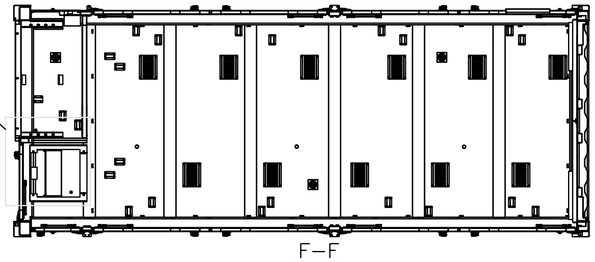
.El punto de conexión a tierra en la parte inferior del gabinete de control está conectado con un cable de cobre de 25 mm² y fijado con pernosM8 * 10. de acero inoxidable

A

E



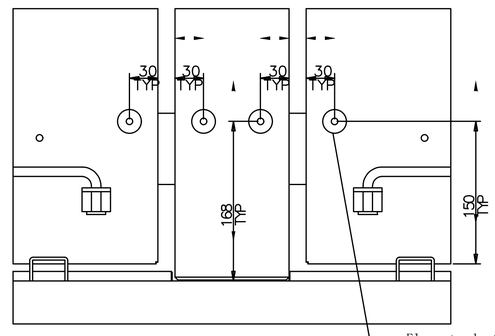
D



F–F
1 : 50

A

E



C
1 : 5

El punto de toma a tierra de la puerta interna del contenedor está conectada por un cble de cobre de 25mm² y fijado con pernos M8 * 10 de acero inoxidable.

01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

Solaria

TÍTULO PLANO:

DETALLE DE PUESTA A TIERRA

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

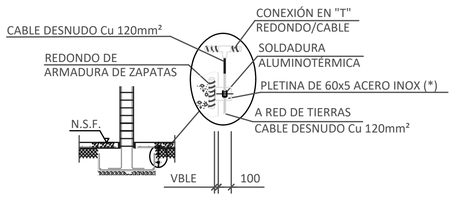
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0010_01 DETALLES PAT

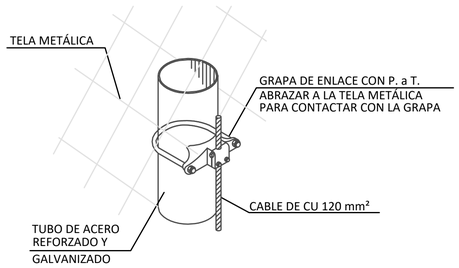
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Actividad profesional: Industrial CSV: PVAKUSPZCCACUHS Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/ Validar CSV aquí

DETALLE DE CONEXIÓN A TIERRA ARMADURAS CIMENTACIONES

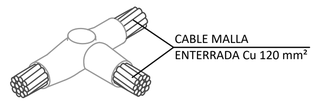


NOTA.-
LAS ARMADURAS QUEDARÁN UNIDAS ENTRE SÍ PROCURANDO LA CONTINUIDAD ELÉCTRICA, EN CADA PUNTO SEÑALADO EN LOS PLANOS DE CIMENTACIÓN DE OBRA CIVIL. LA RED DE TIERRA SE UNIRÁ A LA ARMADURA PRINCIPAL SEGÚN ESTE DETALLE TÍPICO

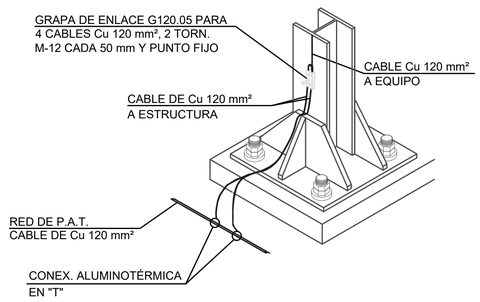
DETALLE CONEXIÓN A CERRAMIENTO SIMPLE



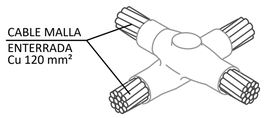
DETALLE CONEXIÓN ALUMINOTÉRMICA EN "T"



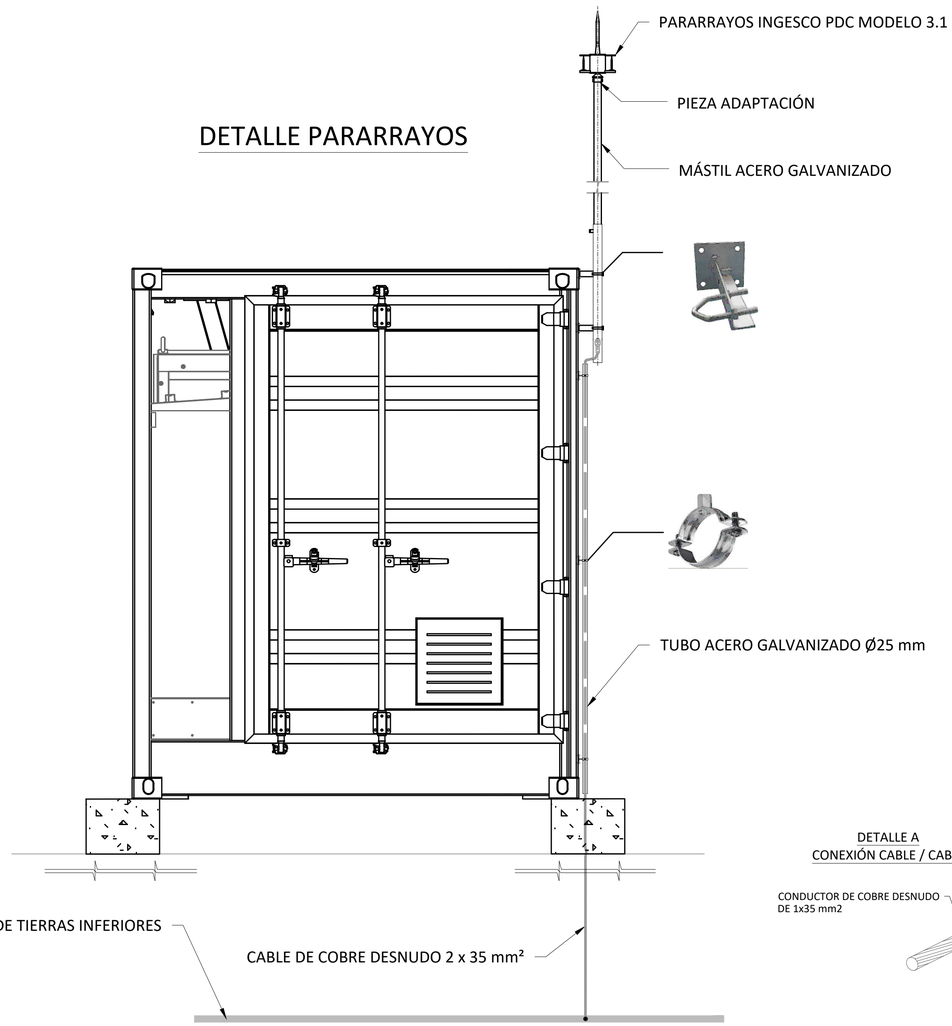
DETALLE P.a.T. ESTRUCTURAS



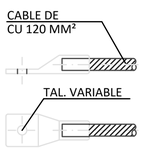
DETALLE CONEXIÓN ALUMINOTÉRMICA EN CRUZ



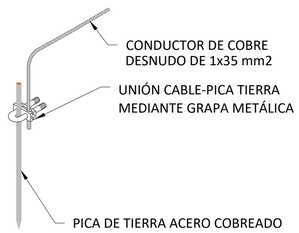
DETALLE PARARRAYOS



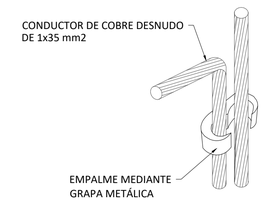
TERMINAL DE PRESIÓN PARA CABLE CU 120mm² DETALLE CONEXIÓN A DIFERENTES ELEMENTOS METÁLICOS



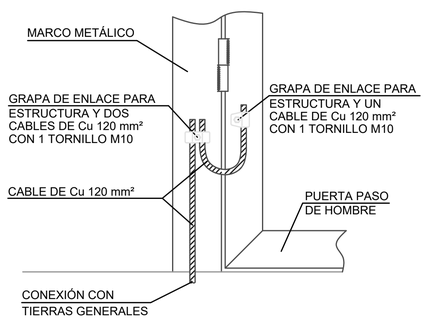
DETALLE C CONEXIÓN CABLE-PICA DE TIERRA



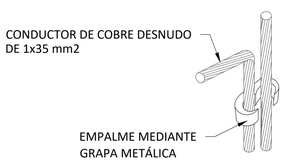
DETALLE A CONEXIÓN CABLE / CABLE



P.a.T. PUERTAS METÁLICAS



DETALLE B CONEXIÓN CABLE / CABLE



01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV
REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

DETALLE DE PUESTA A TIERRA

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

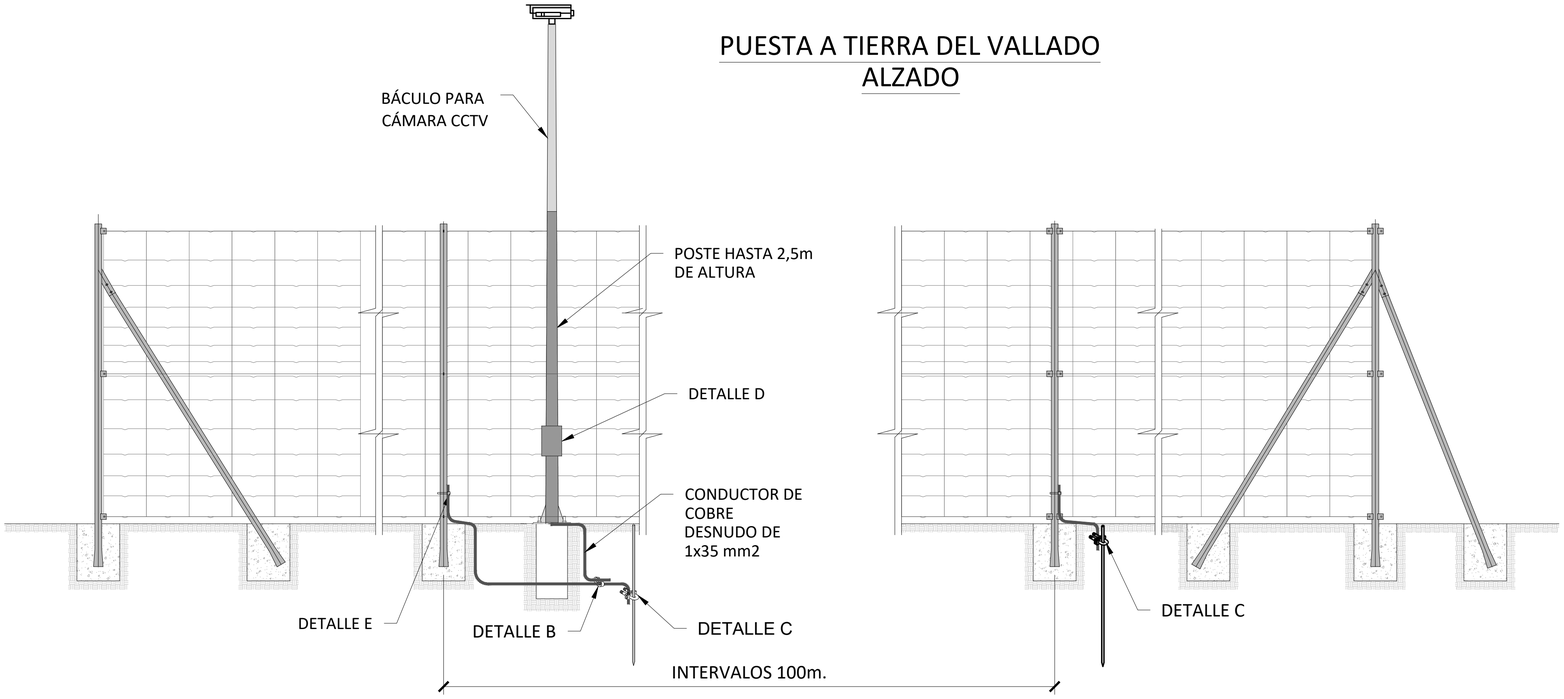
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

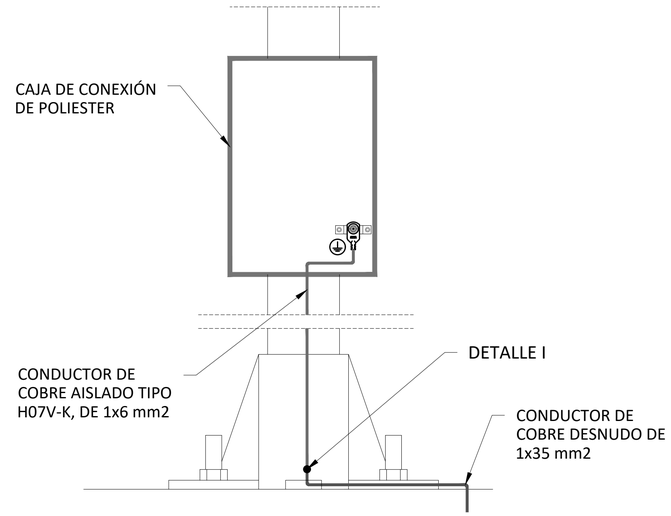
HERC-SOL-AL-EL-DRW-0010_01 DETALLES PAT

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Actividad profesional: Industrial CSV: PAMUSRZ0CA0JMS Autenticidad verificable en la web de la página: https://postdocumentos.icai.es en Validar CSV aquí

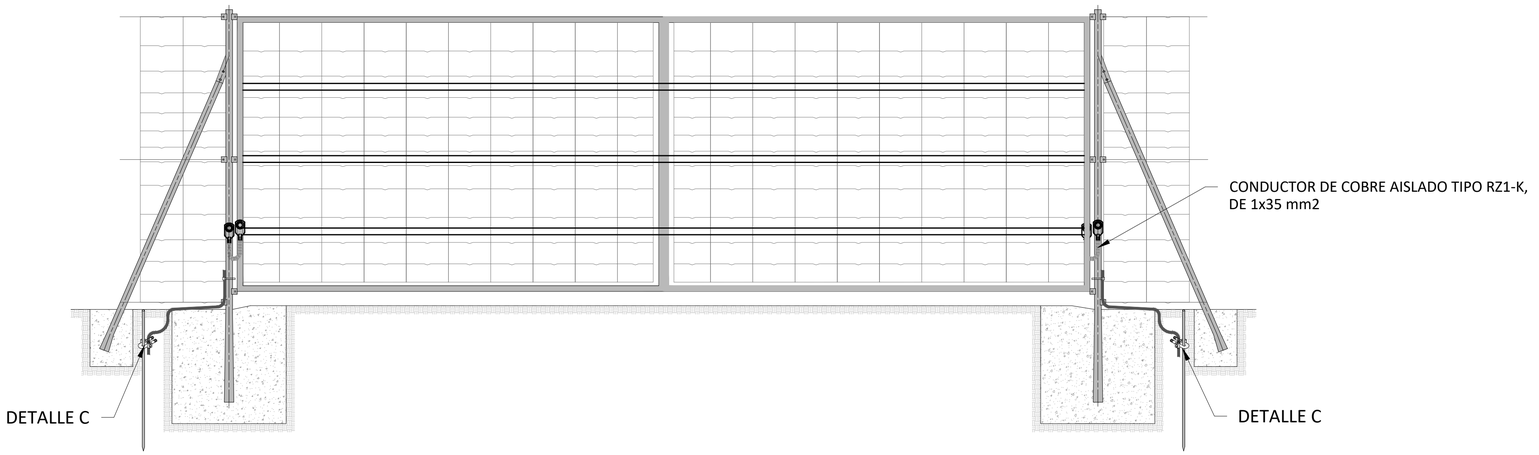
PUESTA A TIERRA DEL VALLADO
ALZADO



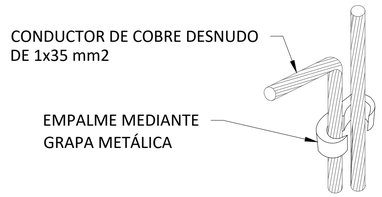
DETALLE D
CONEXIÓN BÁCULO CON TIERRA GENERAL



DETALLE PUERTA VALLADO



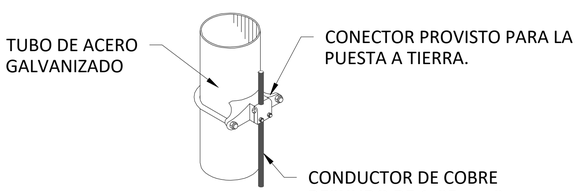
DETALLE B
CONEXIÓN CABLE / CABLE



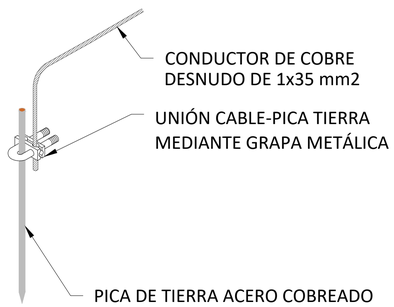
DETALLE I
CONEXIÓN CABLE / CABLE



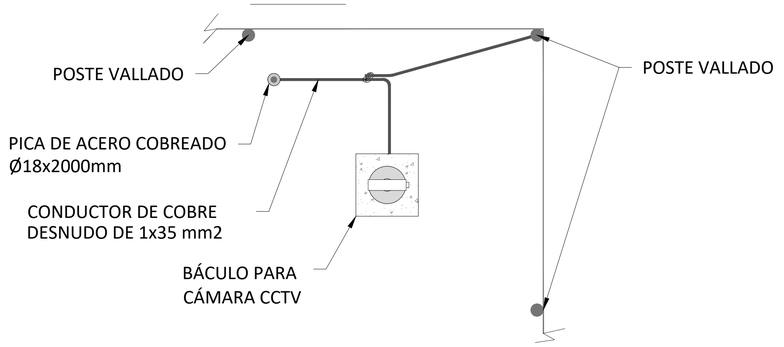
DETALLE E
DETALLE CONEXIÓN P.A.T. VALLADO



DETALLE C
CONEXIÓN CABLE-PICA DE TIERRA



PUESTA A TIERRA DEL VALLADO
PLANTA



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:
PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:
SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:
DETALLE DE PUESTA A TIERRA

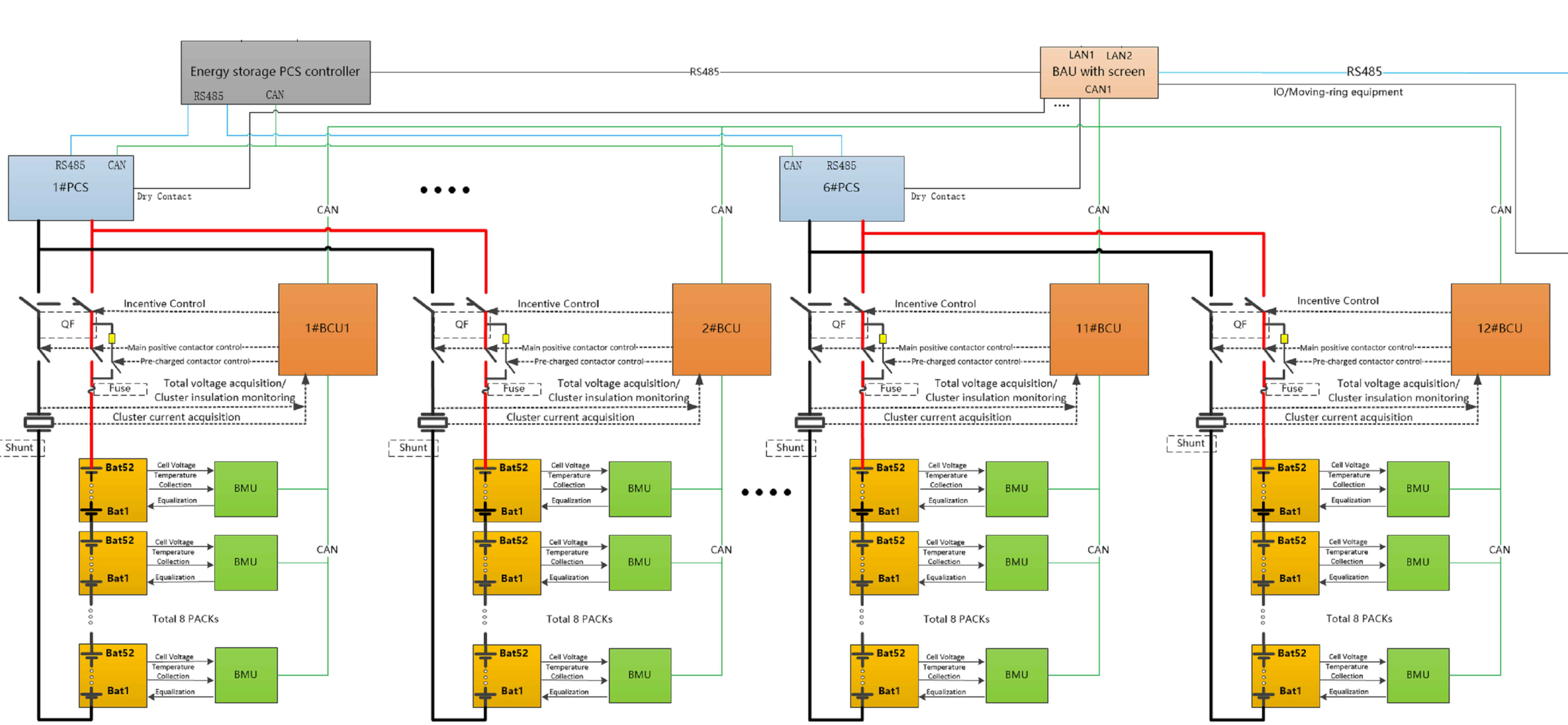
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:
HERC-SOL-AL-EL-DRW-0010_01 DETALLES PAT

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: XVMBJBQCQCCTKB. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.csi.es/validaCSV.aspx



REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

ESQUEMA DE ARQUITECTURA DE MONITORIZACION Y CONTROL

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

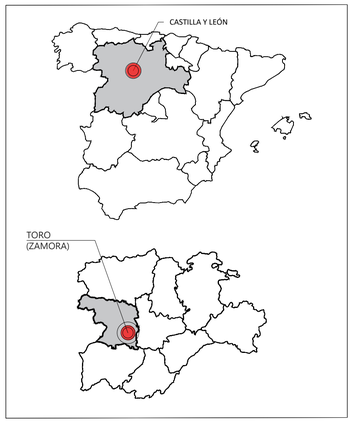
A1 841 x 594 mm

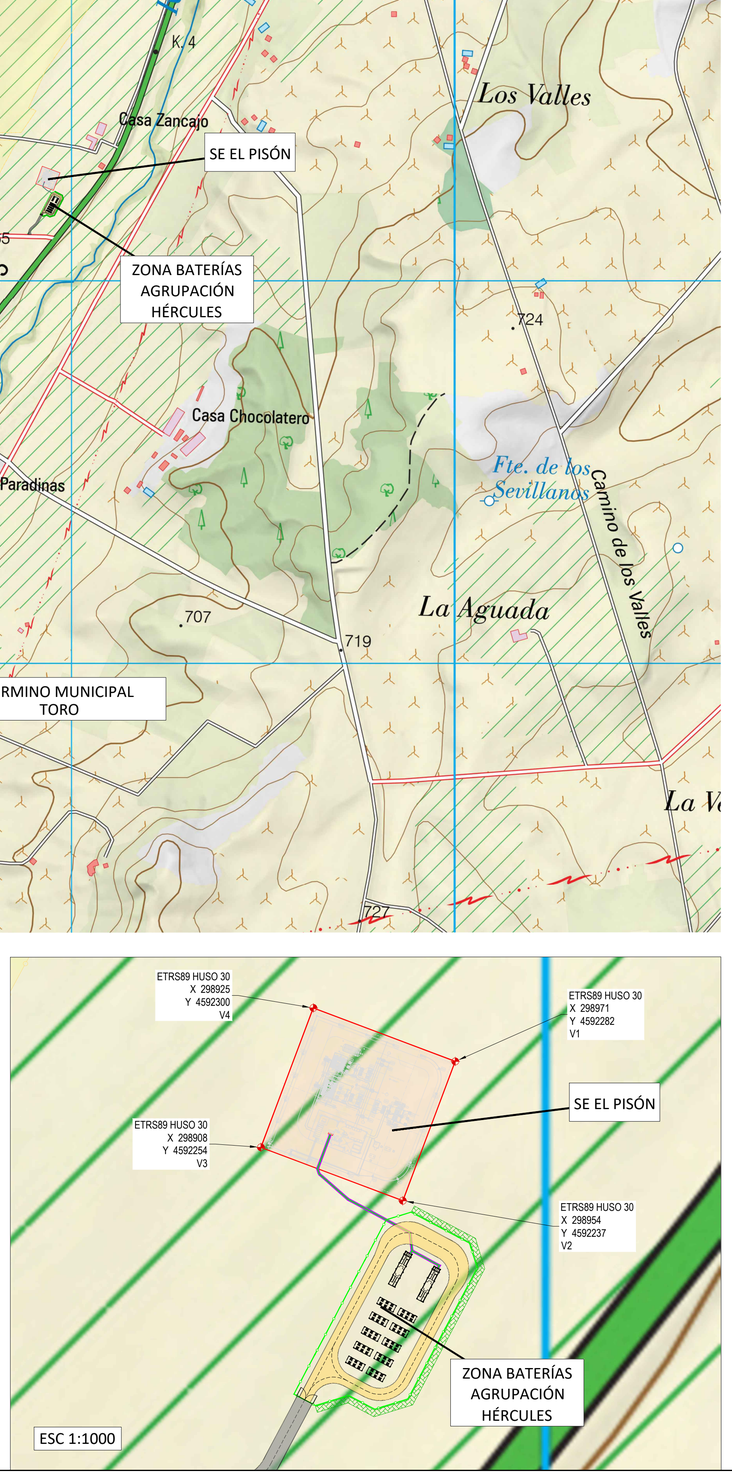
CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-AL-EL-DRW-0011_01 ESQUEMA DE ARQUITECTURA DE MO

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045075. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMDBFJQCUDKB3 Autenticidad verificable a través de la página: https://portal.documentos.coa.es/visado?c=1 page





REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA SUBESTACION

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:8000

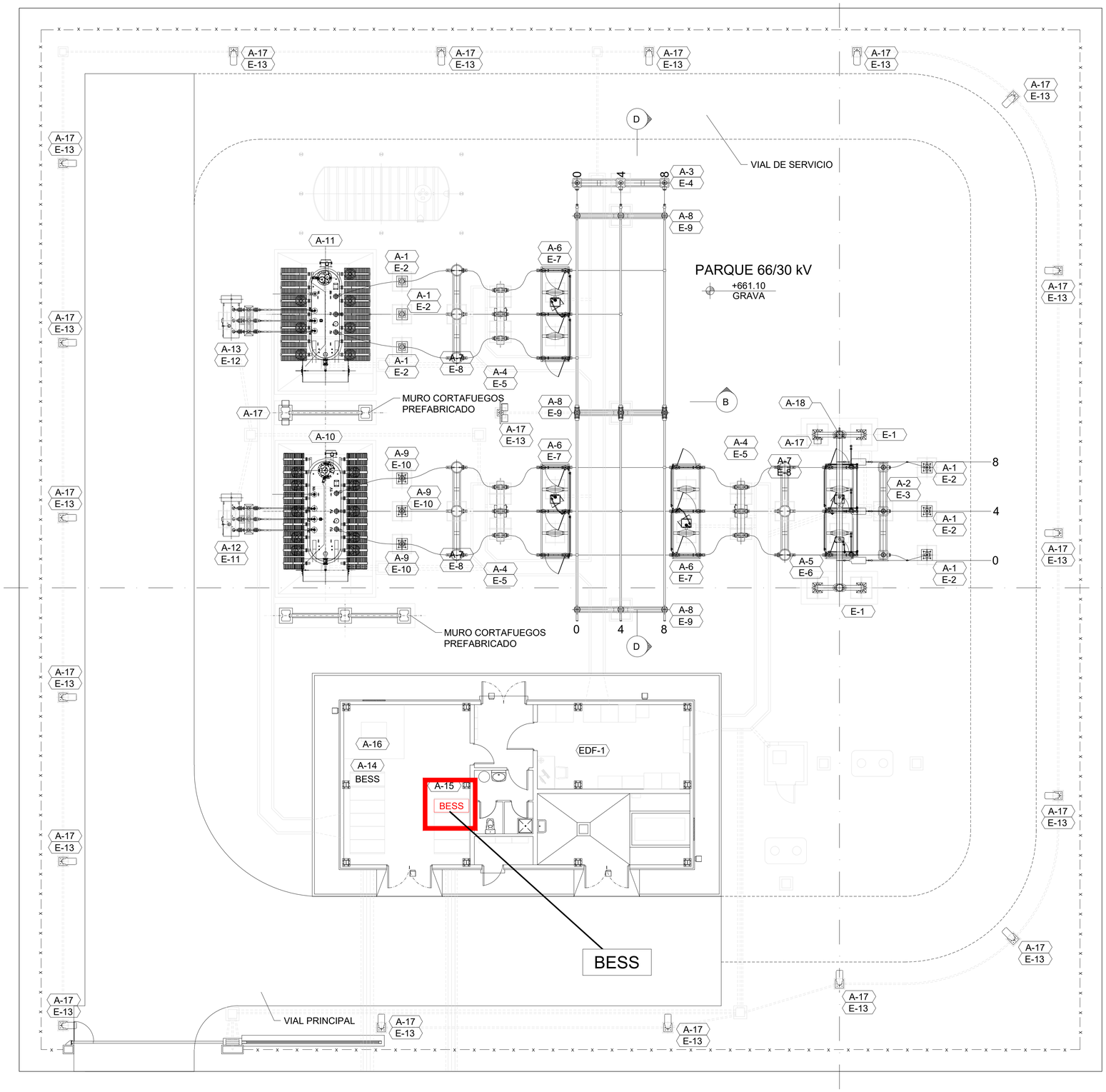
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-SE-GN-DRW-0001_01 SITUACION

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI, VISADO nº 045025. Fecha: 23/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE CASTILLA Y LEÓN (COIICYL). Verifique la validez de este documento a través de la sede electrónica del COIICYL en https://sedeelectronica.coiicyl.es/validar-COIICYL/



AMPLIACIÓN CONEXIÓN BATERIAS

REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL SUBESTACIÓN

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

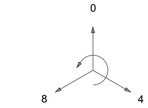
ESCALA
-

A1
841 x 594 mm

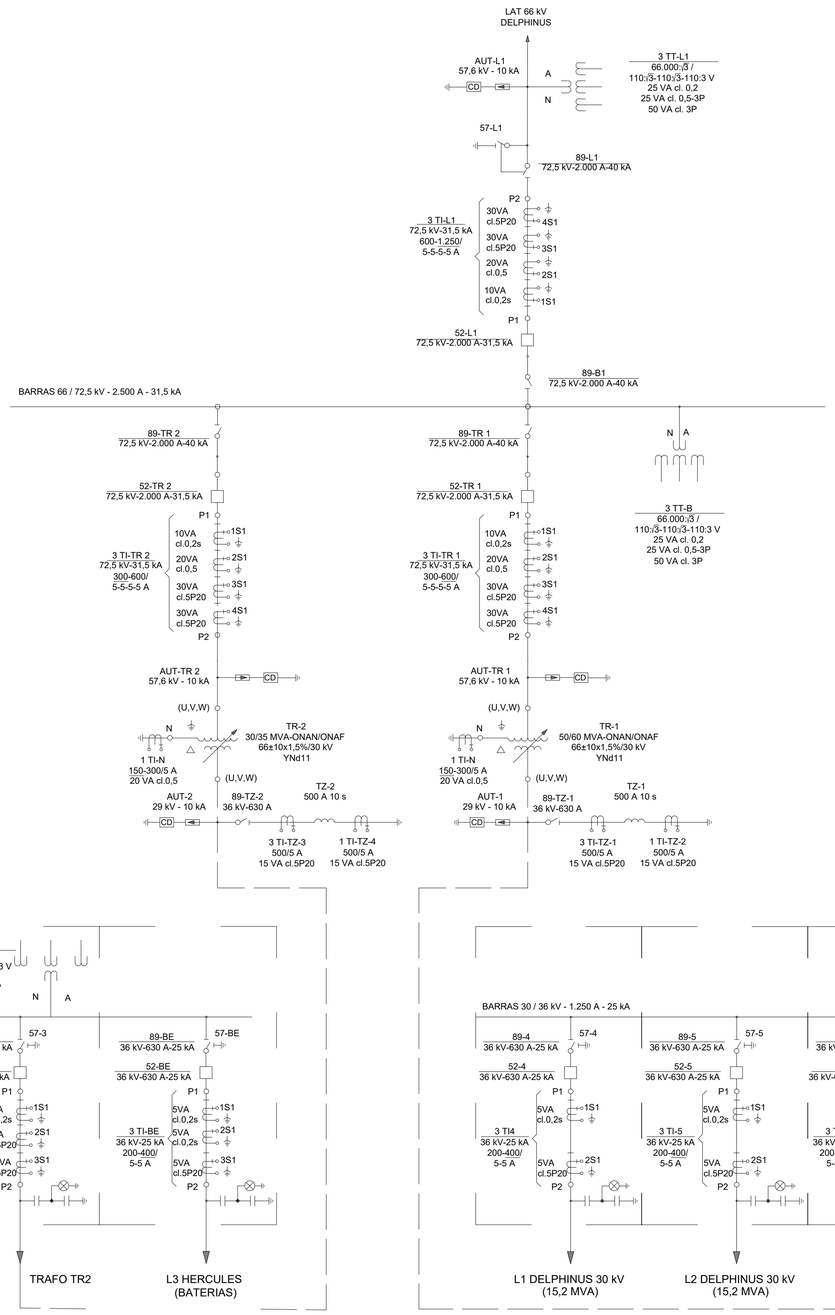
CÓDIGO PLANO:
HERC-SOL-SE-GN-DRW-0002_01 PLANTA

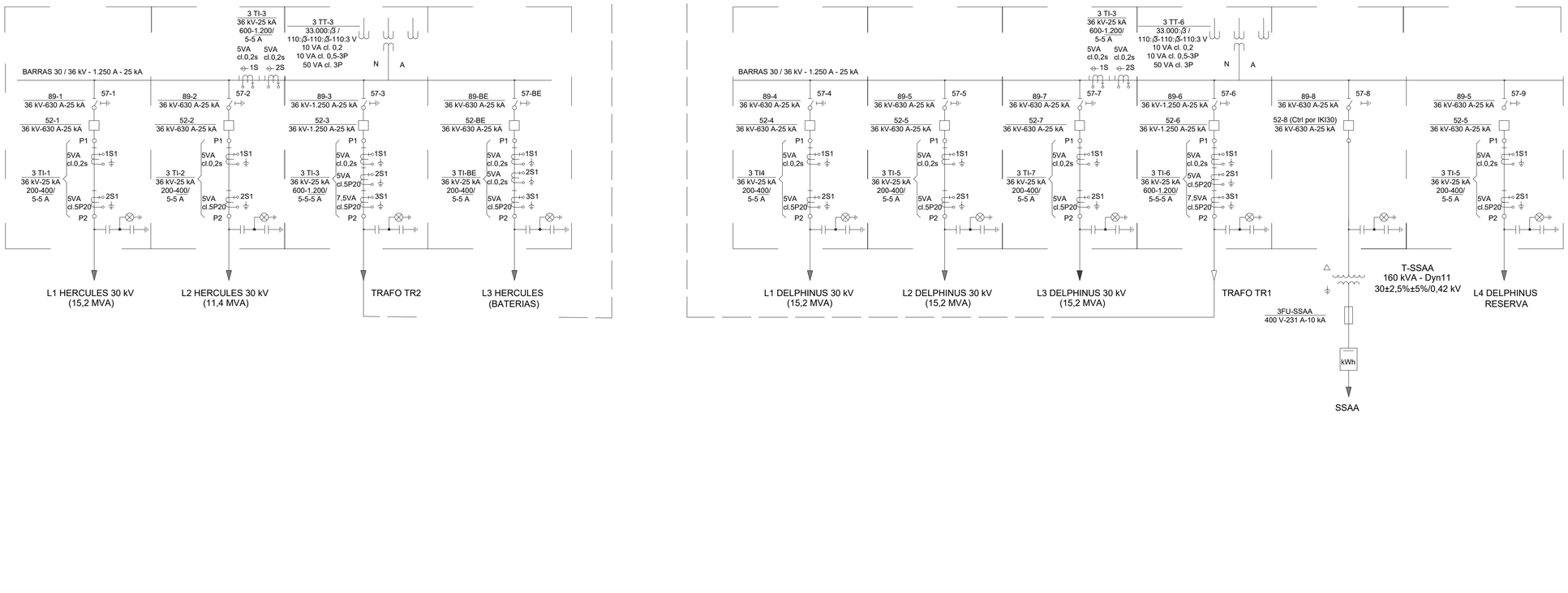
HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº 04507/5. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PVMDB/2QCCKS8. Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.cal.es/visado/v2/ visor



SECUENCIA Y CORRESPONDENCIA
DE FASES





REV	FECHA	DESCRIPCIÓN	DP	CHP	AP
01	07/25	Proyecto ejecutivo	MRL	LGC	JSGV

PROYECTO:

PROYECTO EJECUTIVO
HIBRIDACION SISTEMA DE ALMACENAMIENTO
EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

CLIENTE:

SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A.

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR CONEXIÓN SUBESTACIÓN

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE S.A. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA
S/E

A 1
841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

HERC-SOL-SE-EL-DRW-0003_01 UNIFILAR CONEXIÓN SUBESTACION

HOJA 01 DE 01

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 045025. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: PAMRVBQACAOMB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.cni.es/validarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-PCT-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº4
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 6
1.1 REGLAMENTOS Y NORMAS 6
1.2 MATERIALES 6
1.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 6
1.4 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO 7
1.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS 8
1.6 MODIFICACIONES 8
1.7 OBRA DEFECTUOSA 8
1.8 MEDIOS AUXILIARES 9
1.9 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS 9
1.10 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS 9
1.11 FIANZA 10
2 CONDICIONES ECONÓMICAS 11
2.1 ABONO DE LA OBRA 11
2.2 PRECIOS 11
2.3 REVISIÓN DE PRECIOS 11
2.4 PENALIZACIONES 11
2.5 CONTRATO 11
2.6 RESPONSABILIDADES 12
2.7 RESCISIÓN DE CONTRATO 12
2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO 13
3 CONDICIONES FACULTATIVAS 14
3.1 NORMAS A SEGUIR 14
3.2 PERSONAL 14
4 CONDICIONES TÉCNICAS 15
4.1 OBRA CIVIL 15
4.1.1 MATERIALES BÁSICOS 15
4.1.2 RECOGIDA Y LIMPIEZA DE LA ZONA 15
4.1.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS 15

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1.4 APERTURA DE ZANJAS Y CIMENTACIONES 16
4.1.5 ZAHORRAS 17
4.2 EQUIPOS ELÉCTRICOS 17
4.2.1 GENERALIDADES 17
4.2.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN 20
4.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES 20
4.2.4 TUBOS Y CANALIZACIONES PROTECTORAS 21
4.2.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN 21
4.2.6 CUADROS ELÉCTRICOS 21
4.2.7 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA 23
4.2.8 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN 28
4.2.9 TRANSFORMADORES DE POTENCIA 29
4.2.10 RED DE TIERRAS 29
4.2.11 EQUIPOS DE MEDIDA 30
4.3 ENSAYOS 31
5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN 32

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

1.1 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán, además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

1.2 MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentara al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

1.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

COMIENZO:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

PLAZO DE EJECUCIÓN:

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

LIBRO DE ÓRDENES:

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

1.4 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto corresponde al Técnico Director.

El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará sobre la base de los datos o criterios de medición aportados por éste.

1.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

1.6 MODIFICACIONES

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

1.7 OBRA DEFECTUOSA

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.8 MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigente y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

1.9 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

1.10 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

RECEPCIÓN PROVISIONAL:

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.

De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

PLAZO DE GARANTÍA:

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.

Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

RECEPCIÓN DEFINITIVA:

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.11 FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 CONDICIONES ECONÓMICAS

2.1 ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras.

Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

2.2 PRECIOS

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

2.3 REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

2.4 PENALIZACIONES

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

2.5 CONTRATO

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

2.6 RESPONSABILIDADES

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

2.7 RESCISIÓN DE CONTRATO

Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Muerte o incapacitación del Contratista.
2. La quiebra del contratista.
3. Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
4. Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
5. La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6. La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.

7. Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.

8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.

9. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

10. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1 NORMAS A SEGUIR

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

1. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Normas UNE.
3. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
4. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
5. Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
6. Normas de la Compañía Suministradora.
7. Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.
8. Plan general y ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

3.2 PERSONAL

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 CONDICIONES TÉCNICAS

Este pliego de Condiciones Técnicas Generales alcanza el conjunto de características que deberán cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de colocación en obra y las que deberán regir en la ejecución de cualquier tipo de instalación y de obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.1 OBRA CIVIL

4.1.1 MATERIALES BÁSICOS

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

4.1.2 RECOGIDA Y LIMPIEZA DE LA ZONA

Definición:

Se define como la limpieza y retirada de material de la zona, el trabajo consiste en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los materiales, objetos, o cualquier otro material no deseable para poder empezar la ejecución de la obra y al finalizarla.

Todo esto se realizará de acuerdo con las especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Ejecución de las obras:

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que se establezca el facultativo encargado de las obras.

4.1.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

En caso de ser necesario un movimiento de tierras siempre se hará bajo la autorización del Director técnico y bajo las especificaciones del proyecto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1.4 APERTURA DE ZANJAS Y CIMENTACIONES

Las dimensiones de la excavación se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto, no pudiendo ser en ningún caso inferiores a éstas.

La partida de excavación en zanjas y cimentaciones está incluida en la definición de las unidades de zanjas y cimentaciones, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de excavación de zanjas y cimentaciones.

Cuando no se especifique otra unidad de abono, la excavación de zanjas y cimentaciones se abonará por metros cúbicos (m3), realizándose la medición a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada. Este precio incluye, salvo especificación en contra, las entibaciones, agotamientos, transportes de productos a vertedero, posibles cánones, y conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

Cuando se produzca un exceso de excavación respecto a las medidas teóricas, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Cuando el exceso se ha producido por modificaciones en los planos del proyecto u órdenes de trabajo, la medición, tanto de la excavación como del hormigonado posterior, será la realmente obtenida.

b. Cuando los medios y útiles empleados por el Contratista para realizar la excavación no hayan sido los más adecuados, o no se hayan tomado las precauciones debidas, no se considerará ningún incremento.

c. En derrumbamientos producidos por las propias dificultades del terreno, no se tendrá en cuenta ninguna cantidad si no alcanza el 10% de exceso sobre el volumen teórico.

En terrenos rocosos, la excavación, se realizará con medios mecánicos. Cuando por razones especiales el contratista considere oportuno el empleo de explosivos, deberá solicitar la autorización de Iberdrola Ingeniería y Construcción.

Se procederá al entibado de los terrenos cuando se consideren flojos e incompetentes, y en los casos en que por las características de la excavación, profundidad, etc. sea necesario.

Los materiales que se obtengan en la excavación de zanjas y cimentaciones se utilizarán en la formación de rellenos y se transportarán a las zonas previstas si de los resultados de los ensayos obtenidos, resulta que dicho material es adecuado o seleccionado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por Ingeniería y Construcción.

Cuando se realicen excavaciones para realizar cimentaciones armadas, los ejes deberán quedar centrados con respecto a las armaduras o estructura.

4.1.5 ZAHORRAS

Se presentarán los ensayos de las zahorras, así como su procedencia y características para su aprobación por Ingeniería y Construcción con anterioridad a su empleo.

Durante su utilización se realizarán ensayos de caracterización para comprobar que no cambien sus características. Su compactación se realizará con medios mecánicos adecuados hasta conseguir una densidad superior al 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo Proctor Modificado (en ausencia de otro valor en el proyecto o Especificación Técnica Particular).

La partida de zahorra está incluida en la definición de las unidades de caminos y plataformas, y los precios unitarios de dichas unidades llevarán repercutidos la parte proporcional de ejecución, colocación y compactación de zahorra.

Si no se especifica otra unidad de abono, la zahorra artificial se abonará por metros cúbicos (m3) realmente ejecutados, medidos con arreglo a las secciones-tipo señaladas en los planos.

4.2 EQUIPOS ELÉCTRICOS

4.2.1 GENERALIDADES

El contratista será el responsable del suministro de los equipos, elementos eléctricos. La mínima protección será IP54, según IEC 60529, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Así mismo no se dejará subir la temperatura en la zona de los cuadros eléctricos y de instrumentación por encima de los 35 ºC por lo que el contratista deberá estudiar dicha condición y los medios indicados en el proyecto, ventilación forzada y termostato ambiental, para que si no los considera suficiente prevea acondicionamiento de aire por refrigeración, integrada en los cuadros o ambiental para la zona donde están situados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Así pues, todos los armarios incorporarán además como elementos auxiliares propios, los siguientes accesorios:

- Ventilación forzada e independiente del exterior. Resistencia de calentamiento.
- Refrigeración, en caso de que se requiera.
- Dispositivo químico-pasivo de absorción de la humedad.
- Iluminación interior.
- Seguridad de intrusismo y vandalismo.
- Accesibilidad a todos sus módulos y elementos.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc., según norma IEC 60721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

- La intensidad de empleo en función del coste. Fin, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos. De este último se fijará un factor, y éste se expresará en la oferta.
- La intensidad del cortocircuito.
- El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la ICC (intensidad de cortocircuito) del punto en el cual está instalado.
- La coordinación del dispositivo de protección con el aparellaje situado aguas abajo.
- La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.

Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.

Se verificará la relación de seguridad (VC/VL), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales ITC-BT-24, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 50 kA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 kA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 kA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Asimismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual.

Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, L-V-D, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.

Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados, ya sean aM, gF, gL o gT, según la norma UNE 60269.

Todos los relés auxiliares serán del tipo enchufable en base tipo undecal, de tres contactos inversores, equipados con contactos de potencia, (10 A para carga resistiva, cos. fi=1), aprobados por UL.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 61008 y ITC-BT-24.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en ITC-BT-06. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según ITC-BT-19, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 3% en iluminación y del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación. El sistema de instalación será según la instrucción ITC-BT-20 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El contratista debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

a. Memorando de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar La calidad de las instalaciones ofertadas.

b. Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados. En planos se empleará simbología normalizada basada en la IEC 60617. Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general Todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

4.2.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la instrucción ITC-BT-19.

4.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores serán de cobre electrostático, de conductividad 56 Ω/mm2, con doble capa de aislamiento, siendo su tensión nominal de 1.500 V para los conductores instalados en canalización subterránea y por canaleta homologados según las Normas UNE de la instrucción ITC-BT-02.

Para la identificación de los conductores se seguirá lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-19, utilizándose los siguientes colores.

- Fases: negro, marrón o gris.
- Neutro: azul claro.
- Conductor de protección: amarillo-verde (bicolor).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.4 TUBOS Y CANALIZACIONES PROTECTORAS

Los tubos protectores cumplirán con la Instrucción ITC-BT-21.

4.2.5 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN

Todos serán construidos de acuerdo con la norma IEC 61439, IEC 60695-2, IEC 60529 y IEC 60529. Estarán construidos con chapa de acero de 10 mm de espesor como mínimo, salvo que se exprese lo contrario. El tratamiento a que se someterá la chapa será el siguiente: limpieza, preparación y acabado. La limpieza incluirá una fase inicial de lijado con lija de hierro y estropajo de aluminio y una segunda fase de desecado de grasa mediante la aplicación de disolvente celulósico a las superficies externas e internas.

La preparación de la superficie incluirá una primera fase de fosfatado con finalidad anticorrosiva, una segunda fase de emplastecido para cubrir las irregularidades, arañazos o pequeñas magulladuras de la chapa, una tercera fase de lijado para igualar la superficie emplastecida y finalmente una cuarta fase de impregnación con tres manos de cromato de cinc.

El acabado incluirá las operaciones de pintado y limpieza final.

El pintado constará de dos etapas, una de pintura intermedia y otra final, ambas con un esmalte de secado al horno del color que estipule la Dirección Técnica. Salvo que se exprese lo contrario, el grado de protección será IP 45.

Estarán cerrados por todas sus cargas excepto cuando se trate de grandes armarios apoyados sobre bancada y los cables de entrada y salida acudan al cuadro a través de la misma.

Serán registrables mediante puerta.

4.2.6 CUADROS ELÉCTRICOS

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores frontales de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato (funcionamiento y avería).

El concursante razonará el tipo elegido, indicando las siguientes características:

Estructura de los cuadros, con dimensiones, materiales empleados (perfiles, chapas, etc.), con sus secciones o espesores, protección antioxidante, pinturas, etc.

Compartimentos en que se dividen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc.), detallando los mismos.

Interruptores automáticos.

Salida de cables, relés de protección, aparatos de medida y elementos auxiliares.

Protecciones que, como mínimo, serán:

- Mínima tensión, en el interruptor general automático.
- Sobrecarga en cada receptor.
- Cortocircuitos en cada receptor.

Defecto a tierra, en cada receptor superior a 10 CV. En menores reagrupados en conjunto de máximo 4 elementos. Estos elementos deben ser funcionalmente semejantes.

Se proyectarán y razonarán los enclavamientos en los cuadros, destinados a evitar falsas maniobras y para protección contra accidentes del personal, así como en el sistema de puesta a tierra del conjunto de las cabinas.

La distribución del cuadro será de tal forma que la alimentación sea la celda central y a ambos lados se vayan situando las celdas o salidas cuando sea necesario.

En las tapas frontales se incluirá un sinóptico con el esquema unipolar plastificado incluyendo los aparatos de indicación, marcha, protección y título de cada elemento con letreros también plastificados.

Se indicarán los fabricantes de cada uno de los elementos que componen los cuadros y el tipo de los mismos.

Características:

- Fabricante: A determinar por el contratista.
- Tensión nominal de empleo: 380 V.
- Tensión nominal de aislamiento: 750 V.
- Tensión de ensayo: 2.500 V durante 1 segundo.
- Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 500, 800, 1.000, 1.250, 2.500 amperios.
- Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuitos: 50 kA.
- Protección contra agentes exteriores: IP-54, según IEC, UNE, UTE y DIN.
- Dimensiones: varias, con longitud máxima de 2.000 mm.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.7 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Protección contra sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.

- Cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Protección contra sobrecargas:

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

Para la protección del conductor neutro o compensador se tendrá en cuenta:

- Cuando el conductor neutro o compensador del circuito tenga una sección inferior a los conductores de fase o polares, y pueda preverse en él sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, se colocará un dispositivo de protección general que disponga de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro o compensador, de forma que haga actuar el mismo cuando la sobrecarga en este conductor pueda considerarse excesiva.

  El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

- En los demás casos, se admite que la protección del conductor neutro o compensador esta convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Protección contra cortocircuitos:

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Situación de los dispositivos de protección:

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

Características de los dispositivos de protección. Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

- Los fusibles serán colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.

- Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

- Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Cuadros de distribución

En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará un cuadro de distribución en el que se dispondrán un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos que parten de dicho cuadro. El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Cuando sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquéllas.

En las redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase o polares y una toma de tierra unida al conductor neutro.

En las redes con neutro no puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador, y tierra.

En general, las instalaciones en las que sean de temer sobretensiones de origen atmosférico se establecerán de forma que quede suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, en relación con las partes o elementos metálicos unidos a tierra.

La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada. La resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Puestas a tierra

Las puestas a tierra de la instalación, cuando sean necesarias, se establecerán según se indica en la Instrucción ITC-BT-18.

Protección contra contactos directos.

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos se tomará una de las medidas siguientes:

a. Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona pueda estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo. En la figura 1 se señala gráficamente esta zona.

b. Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

c. Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 Ω. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

a) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra: - En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.

Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre;: en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos; en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor; en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.

b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A

Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de la Clase A, son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la Clase B, son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

4.2.8 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso al eventual sumergimiento del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.9 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

4.2.10 RED DE TIERRAS

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de B.T.

Las instalaciones de toma de tierra seguirán las normas establecidas en el Reglamento B. T. y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc.

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos.

La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotérmica sistema CADWELL o similar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.2.11 EQUIPOS DE MEDIDA

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación, se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM de ORMAZABAL o similar, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.3 ENSAYOS

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista deberá de realizar los ensayos adecuados para probar, a la total satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos, y cableados han estado instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en informes indicando la fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como la categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia del aislamiento entre fases y entre fase y tierra, que se realizará de la forma siguiente:

- Alimentación a los cuadros. Con el receptor desconectado medir la resistencia de aislamiento desde el lado de la salida de los arrancadores.

- Maniobra de los equipos de interconexión. Con los cables conectados a las estaciones de maniobra y a los dispositivos de protección y mando medirla resistencia de aislamiento entre fases y tierra. Alumbrado y fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos que han estado conectados.

- Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y de sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

- Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.

- Se comprobarán los cargadores de baterías para comprobar su funcionamiento correcto de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

Todas las lámparas de señalización se verificarán a través de un pulsador de prueba.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESUPUESTO

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-PRS-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº5
PRESUPUESTO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 PRESUPUESTO 5

1.1 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS 5

1.2 GESTIÓN DE RESIDUOS 6

1.3 SEGURIDAD Y SALUD 6

1.4 TOTALES 7

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 PRESUPUESTO

A continuación, se describe el presupuesto detallado del Sistema de Almacenamiento en Baterías.

1.1 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS

EQUIPOS PRINCIPALES				TOTAL 3.407.592,00 €
SUMINISTRO DE CONTENEDORES CON LAS CELULAS DE BATERÍAS, DTS, BMS Y GABINETES DE RACK	Ud	10	315.759,20 €	3.157.592,00 €
SISTEMA CONTENEDOR. SUMINISTRO DEL SISTEMA CONTENEDOR QUE INCLUYE CONTENEDOR DE 40 PIES, PCS, CABINAS DE MT, UPS, ILUMINACIÓN, CABLEADO INTERNO E INSTALACIÓN	Ud	2	110.000,00 €	220.000,00 €
SUMINISTRO DE CELDAS DE MT Y MODIFICACIONES EN CUADRO ELECTRICO EXISTENTE EN LA SUBESTACIÓN PARA INTERCONEXIÓN	Ud	1	30.000,00 €	30.000,00 €

OBRA CIVIL				TOTAL 140.685,12 €
DESBROCE Y PUESTA A PUNTO DEL TERRENO	m^2	2.425,03	3,25 €	7.881,35 €
ACCESOS Y CAMINOS INTERNOS	m	243,77	21,00 €	5.119,17 €
ZANJAS MT	m	67,21	245,00 €	16.466,45 €
ZANJAS BT	m	164,31	125,00 €	20.538,75 €
ZANJAS TIERRAS	m	633,33	30,00 €	18.999,90 €
CIMENTACIONES DE HORMIGÓN Y LOSAS PARA EQUIPOS EXTERIORES	Ud	12	5.175,00 €	62.100,00 €
CERCA PERIMETRAL INCLUIDAS PUERTAS	m	192	50,00 €	9.579,50 €

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO			TOTAL 36.336,53 €
CABLEADO DE BT	m	3.869,05	6,00 €	23.214,30 €
CABLEADO DE MT	m	281,13	25,00 €	7.028,25 €
RED DE TIERRAS	m	633,33	6,90 €	4.369,98 €
CABLEADO DE COMUNICACIONES (FO)	m	2.028,24	0,85 €	1.724,00 €

MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA			TOTAL 239.085,00 €
INSTALACIÓN Y CONEXIONADO DE EQUIPOS		229.103,52 €	229.103,52 €
PUESTA EN MARCHA		9.981,48 €	9.981,48 €

Como resumen del presupuesto de ejecución material del sistema de almacenamiento en baterías se tiene:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL ALMACENAMIENTO		**3.823.698,64 €**
	21% IVA	802.976,72 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA		**4.626.675,36 €**

El presente presupuesto de ejecución material pertenece al **PROYECTO DE EJECUCIÓN HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW – 44 MWh)** y asciende a la cantidad de TRES MILLONES OCHOCIENTOS VEINTITRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (3.823.698,64 €).

1.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

Del estudio de gestión de residuos del proyecto se pueden extraer el siguiente Presupuesto (los detalles del presupuesto se pueden consultar en dicho estudio):

GESTIÓN DE RESIDUOS			**TOTAL**	**2.948,00 €**
1 SACA DE 1 M3	Ud	1	50,00 €	50,00 €
1 CONTENEDOR DE ALTA CAPACIDAD (MÁS DE 12 M3)	Ud	1	300,00 €	300,00 €
TRAYECTOS DE CAMIONES DE 20 Tn (TIERRAS DE EXCAVACIÓN)	Ud	1	58,00 €	58,00 €
CONTENEDOR DE 4,5 M3 HORMIGÓN	Ud	1	40,00 €	40,00 €
RESIDUOS PELIGROSOS				2.500,00 €

TOTAL GESTION RESIDUOS: 2.948,00 €

1.3 SEGURIDAD Y SALUD

Del estudio de seguridad y salud del proyecto se pueden extraer el siguiente presupuesto (los detalles del presupuesto se pueden consultar en dicho estudio):

SEGURIDAD Y SALUD	**TOTAL**	**22.671,00 €**
PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS		5.009,00 €
PREVENCIÓN DE INCENDIOS		1.860,00 €
PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA		2.430,00 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR		11.397,00 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS		1.975,00 €

TOTAL SEGURIDAD Y SALUD: 22.671,00 €

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1.4 TOTALES

PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL ALAMCENAMIENTO + GEST. RESIDUOS + SyS		**3.849.317,64 €**
	21% IVA	808.356,71 €
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA		**4.657.674,35 €**

El presente presupuesto de ejecución material es una estimación del coste de los materiales y la mano de obra necesarios para la ejecución de la obra, a la fecha de redacción del proyecto. No incluye otros costes, como los gastos generales (6%), el beneficio industrial (>13%), los gastos de ingeniería y el impacto de la inflación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toto, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-EST-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DOCUMENTO Nº6
ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

ANEXO I. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	HERC-SOL-AL-PE-ESS-0001-A01
ANEXO II. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	HERC-SOL-AL-PE-EGR-0001-A02

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-ESS-0001-A01

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son prop
expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derec
propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se pr
salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO I
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 OBJETO 14
1.1 JUSTIFICACIÓN SOBRE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 15
2 NORMATIVA RELACIONADA 17
3 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO 18
3.1 INTERFERENCIAS CON INSTALACIONES Y CANALIZACIONES DE SERVICIOS 18
3.2 ACOPIO Y UTILIZACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS 18
3.2.1 FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD Y PRODUCTOS QUÍMICOS 19
3.2.2 NORMAS BÁSICAS DE ALMACENAMIENTO 21
3.2.3 ACTUACIONES GENERALES 22
4 MODELO DE ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA. 25
4.1 ORGANIGRAMA PREVENTIVO DE OBRA 25
4.1.1 FUNCIONES DE LA ORGANIZACIÓN INTERNA DE LA OBRA 25
4.1.2 PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN LA OBRA 27
4.1.3 REALIZACIÓN DE TRABAJOS POR MENORES O TRABAJADORES DE ETT. 29
4.2 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA. 29
4.2.1 COMISIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD. 29
4.3 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES. 30
4.3.1 ENTRE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS 30
4.4 CONTROL DE ACCESOS A OBRA 32
4.5 ACTUACIÓN EN ACCIDENTES. 33
4.5.1 ACTUACIÓN DE SOCORRO EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL. 33
4.5.2 ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE. 33
4.6 INDICACIONES PARA LA ORGANIZACIÓN DE LOS TURNOS DE TRABAJO. 35
5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR FASE DE OBRA 37
5.1 ACCIONES FRENTE A LOS RIESGOS HIGIÉNICOS POR TRABAJOS EN INTEMPERIE. 37
5.2 EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA. 38
5.2.1 RIESGOS DETECTADOS 38

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 40
5.3 ACTUACIONES PREVIAS 55
5.3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 55
5.4 TRABAJOS DE REPLANTEO 79
5.4.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 79
5.4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 81
5.4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 82
5.5 DEMOLICIONES 83
5.5.1 RIESGOS LABORALES 84
5.5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 85
5.5.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 86
5.6 DESPEJE Y DESBROCE 87
5.6.1 RIESGOS LABORALES 87
5.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 88
5.6.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 89
5.7 TERRAPLENES Y DESMONTES 90
5.7.1 RIESGOS LABORALES 90
5.7.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 91
5.7.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 93
5.8 EXCAVACIONES, RELLENOS Y COMPACTACIÓN DE TIERRAS. 94
5.8.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS. 95
5.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 96
5.8.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 100
5.9 MONTAJE DE TUBERÍA PARA CANALIZACIONES 100
5.9.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS 102
5.9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 103
5.9.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL 104
5.10 TENDIDO DE CONDUCTORES 104
5.10.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS 104
5.10.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 105
5.10.3 MEDIDAS PREVENTIVAS 109

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.11 CIMENTACIÓN 110
5.11.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS 110
5.12 ACCIONES O MEDIDAS PREVENTIVAS 112
5.12.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 121
5.13 PAVIMENTOS 121
5.13.1 FACTORES DE RIESGO 121
5.13.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 124
5.13.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 134
5.14 INSTALACIONES FONTANERÍA 135
5.14.1 FACTOR DE RIESGO 135
5.14.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 139
5.15 INSTALACIONES TÉRMICAS (CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN) 140
5.15.1 FACTOR DE RIESGO 141
5.15.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 142
5.15.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 146
5.16 ELECTRICIDAD 147
5.16.1 FACTOR DE RIESGO 147
5.16.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 148
5.16.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 152
5.17 INSTALACIONES PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 152
5.17.1 FACTOR DE RIESGO 152
5.17.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 153
5.18 INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES 153
5.18.1 FACTORES DE RIESGO 154
5.18.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 154
5.18.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 156
5.19 PINTURA 156
5.19.1 FACTOR DE RIESGO 156
5.19.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 157
5.19.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 172
5.20 IZADO DE CARGAS 173

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.20.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 174
5.20.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 174
5.20.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 186
5.21 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS..... 186
5.21.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 186
5.21.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 187
5.21.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 192
6 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE TRABAJO . 193
6.1 MAQUINARIA EN GENERAL 193
6.2 CAMIÓN GRÚA..... 198
6.2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS: 199
6.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS: 200
6.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:..... 207
6.3 GRÚA AUTOPROPULSADA. 207
6.3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 208
6.3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 211
6.3.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 218
6.4 CAMIÓN TRANSPORTE..... 218
6.5 BULLDOZER..... 219
6.5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS: 219
6.5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS: 220
6.5.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 223
6.6 PERFORADORA 223
6.6.1 EVALUACIÓN DEL RIESGO..... 224
6.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 224
6.6.3 EPI'S A UTILIZAR..... 225
6.7 CAMIÓN CUBA DE RIEGO 226
6.7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGO 226
6.7.2 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD 226
6.7.3 PROTECCIONES COLECTIVAS 227
6.7.4 PROTECCIÓN INDIVIDUALES..... 227

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.8 TRAÍLLAS 228
6.8.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 228
6.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 228
6.8.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 231
6.9 EXCAVADORA DE CADENAS 231
6.9.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 232
6.9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 232
6.9.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 235
6.10 CAMIÓN HORMIGONERA. HORMIGONADO. 235
6.10.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 237
6.10.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 237
6.10.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 246
6.11 COMPRESOR Y PISTOLA 247
6.11.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 247
6.11.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 247
6.11.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 247
6.12 DUMPER DE OBRA 248
6.12.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 248
6.12.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 249
6.12.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 255
6.13 FURGONES Y VEHÍCULOS DE OBRA 255
6.13.1 RIESGOS 255
6.13.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 255
6.13.3 PROTECCIONES INDIVIDUALES 256
6.14 MESA DE SIERRA 257
6.15 GRUPO ELECTRÓGENO 261
6.15.1 RIESGOS 261
6.15.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 261
6.15.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL: 263
6.16 HORMIGONERA 263
6.16.1 RIESGOS 263

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.16.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 264
6.16.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 264
6.17 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGAS (MANITU, CARRETILLA ELEVADORA). 265
6.17.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES. 265
6.17.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 265
6.17.3 PROTECCIONES INDIVIDUALES 268
6.18 MARTILLO NEUMÁTICO. 268
6.18.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 269
6.18.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS 270
6.18.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:..... 274
6.19 MINICARGADORA 274
6.19.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS: 275
6.19.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS: 275
6.19.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:..... 283
6.20 PALA CARGADORA, RETROEXCAVADORA O MIXTA 283
6.20.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 284
6.20.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 284
6.20.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 296
6.21 PISÓN. 296
6.21.1 RIESGOS 297
6.21.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 297
6.21.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 298
6.22 PORTACONTENEDORES 298
6.22.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 298
6.22.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 299
6.22.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL..... 300
6.23 RODILLO VIBRANTE: 301
6.23.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS: 301
6.23.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS: 302
6.23.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:..... 308

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.24 MOTONIVELADORA 308
6.24.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 308
6.24.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS: 309
6.24.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 311
6.25 SOLDADURA ELÉCTRICA 311
6.25.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 311
6.25.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 312
6.25.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 318
6.26 SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE 319
6.26.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 319
6.26.2 MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS 320
6.26.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 324
7 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE MEDIOS AUXILIARES Y HERRAMIENTAS. 325
7.1 EQUIPOS DE TRABAJO EN GENERAL. 325
7.2 AFILADORA ANGULAR (SIERRA DE DISCO MANUAL) 326
7.2.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 326
7.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 327
7.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL: 328
7.3 HERRAMIENTAS MANUALES 329
7.3.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS 331
7.3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS: 331
7.3.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL: 343
7.4 HERRAMIENTAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS 343
7.4.1 RIESGOS MÁS IMPORTANTES: 343
7.4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS: 344
7.4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 345
7.5 MEDIOS AUXILIARES PARA TRABAJOS TEMPORALES EN ALTURA 345
7.5.1 ESCALERAS MANUALES 345
7.5.2 ANDAMIOS EN GENERAL 347
7.5.3 ANDAMIOS SOBRE BORRIQUETAS 350
7.5.4 CASTILLETE DE HORMIGONADO 351

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.5.5 PLATAFORMAS ELEVADORAS MÓVILES DE PERSONAL (PEMP) 353
7.5.6 PLATAFORMAS DE TIJERA 355
7.5.7 PLATAFORMAS TELESCÓPICAS Y TELESCÓPICAS ARTICULADAS. AUTOPROPULSADAS 356
7.5.8 MÁQUINAS MIXTAS CON POSIBILIDAD DE ELEVAR CARGA Y PERSONAS 361
7.5.9 GRÚA SOBRE CAMIÓN CON PLATAFORMA 362
7.6 TALADRO PORTÁTIL 364
7.6.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS 364
7.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 364
7.6.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUALES 364
7.7 VIBRADORES DE HORMIGÓN. 364
7.7.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 364
7.7.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR 365
7.7.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL: 369
8 ACTIVIDADES DE PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA 370
8.1 PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS. 370
9 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES VÍA AÉREA 374
9.1 MEDIDAS DE CARÁCTER ORGANIZATIVO 374
9.1.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL 374
9.1.2 TRABAJADOR ESPECIALMENTE SENSIBLE 374
9.1.3 ESTUDIO Y MANEJO DE CONTACTOS 375
9.2 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS 375
9.3 RECOMENDACIONES EN CASO DE ACCIDENTE POR CONTACTO ELÉCTRICO CON LÍNEAS EN TENSIÓN 376
9.3.1 CAÍDA DE LÍNEA. 376
9.3.2 ACCIDENTE CON MÁQUINAS. 376
9.3.3 AUXILIO A LOS ACCIDENTADOS 378
9.4 ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS 378
9.5 MEDIAS DE EMERGENCIA 378
9.5.1 EXTINTORES (NORMAS DE SEGURIDAD) 378
9.6 CONSIGNAS DE SEGURIDAD 380

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.7 SECUENCIA DE ACTUACIÓN ANTE UN ACCIDENTE 382
9.8 PRIMEROS AUXILIOS 384
9.8.1 HERIDAS 384
9.8.2 AMPUTACIONES TRAUMÁTICAS 385
9.8.3 HEMORRAGIAS 385
9.8.4 CUERPOS EXTRAÑOS. 386
9.8.5 EPÍTASIS 387
9.8.6 QUEMADURAS 387
9.8.7 CONGELACIONES 388
9.8.8 INSOLACIONES 389
9.8.9 ACCIDENTES POR ELECTRICIDAD 389
9.8.10 LIPOTIMIA 389
9.8.11 CONVULSIONES 390
9.8.12 OBSTRUCCIÓN DE LAS VÍAS AÉREAS 391
9.8.13 CONTUSIONES, ESGUINCES Y LUXACIONES 392
9.8.14 FRACTURAS (ROTURA DE HUESOS) 392
9.8.15 FRACTURAS DE CONSIDERACIÓN IMPORTANTE 393
9.8.16 ACTUACIÓN ANTE INTOXICACIÓN 394
9.8.17 INTOXICACIÓN POR INHALACIÓN 394
9.8.18 ACTUACIÓN ANTE DERRAMES ACCIDENTALES 395
10 INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUBRIDAD 397
10.1 LOCALES DE OBRA 397
11 PRESUPUESTO 400
12 PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 401
12.1 CONDICIONES FACULTATIVAS 401
12.1.1 AGENTES INTERVINIENTES 401
12.2 CONDICIONES TÉCNICAS 411
12.2.1 MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVAS 412
12.2.2 MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 415
12.2.3 MÁQUINAS, ÚTILES, HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES 420
12.2.4 ACCIONES QUE SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL 424

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12.2.5 COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE 425
12.2.6 SEGURIDAD EN LA OBRA 426
12.2.7 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 426
12.2.8 OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 427
12.2.9 LIBRO DE INCIDENCIAS 428
12.2.10 CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA 428
12.2.11 SEÑALIZACIÓN 429
13 PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 431

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante el Proyecto y la Obra de construcción y puesta en marcha de una planta de almacenamiento en baterías, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la Empresa Constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la Prevención de Riesgos Laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Seguridad y Salud para las Obras de construcción.

Según el mencionado Real Decreto, la Empresa Constructora adjudicataria de la Obra estará obligada a redactar un Estudio de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se someterá, antes del inicio de la Obra, a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

En el caso de Obras de las Administraciones Públicas, el Plan, junto con el correspondiente informe del Coordinador, se elevará a la aprobación de la Administración Pública que haya adjudicado la Obra.

Será documento de obligada presentación ante la Autoridad Laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

Se considera en este Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.
- Recursos Preventivos

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la existencia de un Libro de Incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las Obras, o en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de veinticuatro horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. También se deberá notificar las anotaciones en el Libro al Contratista y a los Representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los Subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Estudio de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto en todo momento, la Dirección Facultativa.

1.1 JUSTIFICACIÓN SOBRE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el Artículo 4, apartado 2, que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Mediante la elaboración y ejecución del presente estudio se pretende:

- Cumplir con la obligación legal que todos los empresarios tienen con respecto a sus trabajadores.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Reducir los altos índices de accidentabilidad: Accidentes de Trabajo y Enfermedad Profesional.
- Integrar dicha Técnica Preventiva en el proceso productivo y complementar las normas de gestión de calidad y las normas de gestión medioambiental.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 NORMATIVA RELACIONADA

- R. D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R. D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R. D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R. D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 32/2006 sobre la regulación de la subcontratación en el sector de la construcción.
- R.D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

3.1 INTERFERENCIAS CON INSTALACIONES Y CANALIZACIONES DE SERVICIOS.

Antes de comenzar la obra, el jefe de obra dispondrá en la obra de los planos de las diferentes canalizaciones e instalaciones que puedan discurrir por la zona donde actuar, así como de las tensiones de las instalaciones. Esta información se solicitará bien a las compañías responsables de las instalaciones.

a. Tendidos aéreos:

- Electricidad
- Telefonía

b. Redes Subterráneas:

- Electricidad
- Telefonía
- Canalizaciones de agua
- Canalizaciones de gas
- Saneamiento

Durante la realización de las obras se procurará mantener simultánea la circulación del tráfico general. En los trabajos que esto no sea posible, se procederá al corte general de la calzada, que se deberá solventar, en cada caso, mediante soluciones provisionales, debidamente señalizadas.

3.2 ACOPIO Y UTILIZACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

En la obra a la que se refiere este Estudio de Seguridad y salud es previsible encontrar los siguientes productos:

- Combustibles.
- Cemento
- Desencofrantes
- Hormigón

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3.2.1 FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD Y PRODUCTOS QUÍMICOS

En todas las instalaciones debe existir un dossier (carpeta) con las fichas de seguridad de los productos químicos empleados. El índice de esta carpeta contendrá un listado de las fichas contenidas en su interior con la fecha de última revisión. Dicho registro puede ser informático.

Se revisará periódicamente la existencia de estas fichas en las inspecciones de seguridad.

El responsable de la instalación (jefe de obra) debe asegurarse de tener la ficha de seguridad, a la entrada de un nuevo producto.

En caso de encontrarse un producto del cual no se tenga ficha, ésta debe pedirse directamente proveedor del producto.

NORMAS BÁSICAS DE MANIPULACIÓN

Seguir la información que al respecto se indica en la etiqueta de los envases y en las fichas de seguridad de los productos empleados. Disponer de la ficha de seguridad del producto a emplear y leerla antes de la primera utilización. Si existen, se seguirán las instrucciones de utilización del proveedor.

Mantener unas buenas condiciones de orden y limpieza.

Hacer uso de la extracción localizada y mantener una adecuada ventilación general, si durante la operación existen desprendimientos de gases o vapores o formación de polvo.

Cuando se puedan producir derrames, llevar a cabo la operación en lugares específicos que garanticen una recogida de estos a lugar seguro y en condiciones de ventilación adecuadas.

Evitar, en la medida de lo posible, el trasvase de productos químicos. Si ello no es posible, realizarlo a velocidades lentas, en una zona bien ventilada, disponiendo de control de derrames y limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles.

No tocar con las manos los productos químicos, ni comer, fumar, beber, etc. durante su manipulación.

Mantener los productos lejos de alimentos, bebidas o tabaco.

Antes de cada pausa lavarse las manos. Al terminar el trabajo, ducharse o lavarse. Los productos de limpieza, así como los de cuidado de la piel, en ningún caso serán agresivos.

Lavar la ropa manchada o humedecida previamente a su reutilización.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Conservar el etiquetaje de los recipientes. Etiquetar debidamente las soluciones preparadas. Emplear envases adecuados al tipo de riesgo que presenta cada producto.

Mantener los recipientes cerrados herméticamente.

Al reutilizar envases, asegurarse de eliminar la etiqueta original (arrancándola o pegando encima otra pegatina que cubra completamente la original).

Queda prohibido utilizar garrafas de agua o similares para contener combustibles. Éstos se almacenarán en recipientes homologados y en buen estado.

Limpiar los envases que se vayan a reutilizar, cuando vayan a contener un producto distinto.

Seguir las instrucciones reflejadas en la ficha de seguridad para la correcta eliminación de residuos químicos (se depositarán en recipientes adecuados, en función de su peligrosidad, hasta su eliminación).

Utilizar los EPI indicados en la ficha de seguridad del producto (gafas, guantes, máscaras, pantallas de protección, calzado impermeable, etc.).

Seguir las pautas reflejadas en la ficha de seguridad para una adecuada actuación en caso de incidente, accidente o emergencia (incendio, explosión, derrame, proyección, salpicadura, quemadura, etc.).

Se dispondrá de agua corriente en aquellos lugares de trabajo en los que sea habitual el empleo de productos químicos.

Cuando se haga mantenimiento de maquinaria en obra, se dispondrá de agua limpia en un lugar cercano.

En el caso de trabajar con productos inflamables, se dispondrá de extintor cercano de la clase y tipo recomendados en la ficha de seguridad de los productos empleados.

En el caso de productos con riesgo de incendio y explosión:

- Se dispondrá de extintor cercano de la clase y tipo recomendados en la ficha de seguridad de los productos empleados.
- Si durante la operación existen desprendimientos de gases o vapores que puedan generar una atmósfera explosiva, se debe llevar un control, mediante exposímetros, de las concentraciones ambientales de los mismos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Realizar una profunda limpieza (eliminación de residuos) de los equipos que hayan contenido este tipo de productos químicos, antes de realizar las mismas tareas de mantenimiento o reparación, especialmente en caliente.
- Evitar la generación de cargas electrostáticas en el llenado y trasvase de dichos productos químicos (control de la velocidad de trasvase, llenado de los recipientes mediante tubo sumergido, restringir en tamaño los recipientes de plástico, etc.).
- No utilizar productos inflamables o explosivos cerca de una fuente de calor, de una superficie caliente, de chispas o de una llama sin protección. NO FUMAR.

3.2.2 NORMAS BÁSICAS DE ALMACENAMIENTO

Agrupar los productos químicos por el tipo de riesgo que presentan, con el fin de evitar el almacenamiento conjunto de productos incompatibles.

Mantener unas condiciones adecuadas de ventilación, temperatura y luminosidad.

Es conveniente reducir el stock al mínimo posible, cumpliendo siempre la normativa aplicable en su caso.

En la medida de lo posible, conservar los productos en su envase de origen y bien cerrados.

Garantizar que todos los productos almacenados estén adecuadamente identificados / etiquetados.

En instalaciones fijas, utilizar cubetos de retención o baldas inclinadas con recogida de fugas o derrames de producto químico. El suelo deberá ser impermeable para evitar su filtración y propagación.

Las estanterías deberán ser de un material adecuado a los productos químicos almacenados (no serán de madera). Son recomendables las metálicas.

Revisar las áreas de almacenamiento periódicamente para detectar posibles anomalías y proceder a subsanarlas de forma inmediata.

Disponer de materiales de absorción adecuados (tierra, arena o similar, nunca serrín) para la recogida de posibles fugas y derrames.

Los envases pesados, así como ácidos y bases, se deben colocar en los estantes más bajos.

Alejar los reactivos sensibles al agua de las tomas o conducciones de la misma.

No almacenar envases de plástico al aire libre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los productos químicos serán revisados periódicamente, al menos una vez al año. Aquellos cuya vida útil haya expirado, estén deteriorados o se encuentren en recipientes con fugas, deberán ser retirados en condiciones de seguridad.

Garantizar unas condiciones adecuadas de orden y limpieza.

Vigilar que las vías de acceso y de tránsito, así como las vías de evacuación y las salidas de emergencia se mantienen, en todo momento, libres de obstáculos y correctamente señalizadas.

En las obras, establecer un lugar seguro para el almacenamiento de los productos químicos:

Cerrado y cubierto: por ejemplo, casetas específicas.

Alejado de zonas de producción, de lugares ocupados por personas y de otras áreas de almacenamiento, así como de zonas con posibles riadas, deslizamiento del terreno, etc. que puedan aumentar el riesgo de los productos almacenados.

En el caso de productos inflamables y explosivos:

- Almacenar estos productos separados de otros productos químicos, sea cual sea su naturaleza.
- En el caso de envases de gran tamaño deberán almacenarse preferentemente en el exterior.
- Almacenar las sustancias oxidantes alejadas de la caseta de almacenamiento y de las zonas de tránsito, preferentemente en zonas de almacenamiento aisladas.
- Colocar un anuncio bien visible de prohibido fumar y encender fuego.

3.2.3 ACTUACIONES GENERALES

FUGAS O DERRAMES:

Revisar la ficha de seguridad del producto químico con el fin de conocer sus riesgos.

Evitar la extensión de la fuga o derrame mediante el uso de absorbentes (arena o similar), siempre que sea posible. En caso de derrames accidentales se actuará conforme a lo recogido en la ficha de emergencia ambiental correspondiente:

- Sobre suelo asfaltado: recogida con absorbentes (si es aplicable) y gestión como residuo peligroso
- Sobre suelo desnudo: recogida de la tierra contaminada y gestión como residuo peligroso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sobre el agua: recogida con absorbentes específicos para su uso en agua o recogida del agua contaminada con una bomba. Posterior gestión como residuo peligroso.

Si el producto es inflamable, prohibir fumar y evitar cualquier chispa o llama. Tener especial precaución al manipular elementos metálicos (abrir y cerrar puertas metálicas, por ejemplo) que puedan generar fricción y por lo tanto chispa.

Aumentar la ventilación, vigilando que ésta no suponga un riesgo de generar llama o chispa cuando el producto sea inflamable.

Si la fuga o el derrame es importante, sale al exterior o llega a cauce público, avisar urgentemente a los servicios externos o, en su caso, activar el plan de emergencias exterior. Acordonar la zona y evitar el paso de maquinaria y de personas.

INCENDIOS O EXPLOSIONES:

Si se trata de un conato de incendio, intentar controlar la situación mediante recursos propios de la empresa.

Si la emergencia no puede ser controlada y adquiere mayor importancia, avisar a los medios externos o, en su caso, activar el plan de emergencias exterior.

En todo momento debe primar la seguridad del trabajador y se deben utilizar los EPI adecuados.

PRODUCTOS CERÁMICOS Y MATERIAL EN SACOS PALETIZADO

No se descargará ningún material que no venga paletizado, o en bateas o recipientes que impidan su caída.

Si es descargada por una grúa diferente a la del transportista, el gruista será ayudado por el transportista, para equilibrar y desplazar la carga.

El trabajador encargado del amarre de los materiales se cerciorará de que los elementos utilizados para el amarre, eslingas, cadenas, ganchos, etc. están perfectamente asegurados, antes de dar la orden de movimiento al gruista.

CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL VOLUMINOSO.

Se recomienda que la altura de la carga no sobrepase la altura de los hastiales de la caja del camión, (las empresas suministradoras deben disponer de Evaluación de Riesgos referentes a estos trabajos, donde deben haber contemplado este aspecto) de lo contrario si es necesario que acceda algún trabajador sobre el material, para hacer los enganches a grúa, deberá usar arnés y

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

sujetase a un punto fijo de la estructura del camión o de los propios materiales cuando estos sean lo suficientemente resistentes.

El fabricante deberá prever los puntos de los que deberán agarrase los distintos elementos.

El acopio de los materiales será estable, evitando derrames o vuelcos y no superará la altura que para cada caso especifique el suministrador o fabricante del material. No se permitirá el acopio de materiales sobre taludes o situaciones semejantes que aporten inestabilidad para el acopio.

Como se ha dicho, la altura del acopio será la definida por el suministrador o fabricante para garantizar su estabilidad. En todo caso, esta altura será tenida en cuenta con posterioridad una vez se precise el transporte o la utilización de los materiales acopiados. En este sentido, no se permitirá que los trabajadores se encaramen sobre alturas de material acopiado en la medida en que la situación comentada implique que los trabajadores se vean expuestos a riesgo de caída al mismo o distinto nivel.

Equipos de protección individual.

- Gafas de protección contra salpicaduras.
- Guantes, calzado y ropa de protección según la parte expuesta.
- Equipos de protección respiratoria.

En todos los casos se elegirán los EPI en función de lo especificado en la ficha de seguridad del producto. En la utilización se seguirán las instrucciones de uso del fabricante.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 MODELO DE ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA.

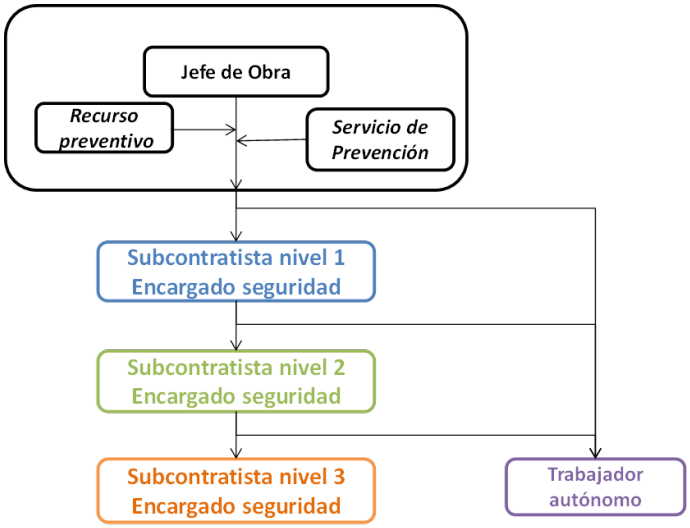
4.1 ORGANIGRAMA PREVENTIVO DE OBRA

El jefe de obra de los trabajos que ejecutará la parte contratante es el interlocutor y seguirá las direcciones de ejecución de obra de la dirección facultativa.

La parte contratante dispondrá en obra de un recurso preventivo permanente que organizará y coordinará (como apoyo al jefe de obra) los trabajos de las diferentes fases de obra para evitar las interferencias que puedan surgir entre unos y otros trabajos. El recurso preventivo será designado por escrito antes del inicio de obra y posera una formación de Nivel Básico de Prevención para el sector de la construcción.

En caso de que por circunstancias de la obra se la parte contratante subcontratase algún trabajo, cada una de las empresas subcontratadas deberá nombrar un recurso preventivo o encargado de seguridad que coordinará los trabajos a través del recurso preventivo del contratista

El organigrama preventivo de la obra quedaría por tanto según el siguiente esquema:



4.1.1 FUNCIONES DE LA ORGANIZACIÓN INTERNA DE LA OBRA

Jefe de Obra.

- Aplicar los principios de acción preventiva (diseñar procesos constructivos seguros, disponer de medios de protección colectiva e individual, etc).
- Elaborar el Estudio de Seguridad y Salud conforme a los procesos constructivos a desarrollar y posibles modificaciones, con el asesoramiento del Técnico de Prevención.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cumplir y hacer cumplir lo establecido en el PSS.
- Cumplir y hacer cumplir la normativa del PRL.
- Facilitar la formación e información a los trabajadores.
- Atender las indicaciones del Coordinador de Seguridad y Salud.
- Atender las indicaciones de los Comités de Seguridad y Salud y/o Delegados de Prevención (en caso de que existiesen).
- Constituir y establecer la comisión de coordinación de Seguridad y Salud.
- Atender las indicaciones de los Encargados de seguridad y Recursos preventivos.
- Ejercer el control de acceso de trabajadores a la obra, autorizando o denegando su entrada

Recurso Preventivo.

- Vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Estudio de Seguridad y Salud y comprobar la eficacia de estas y dar parte de las deficiencias y/o necesidades al Jefe de Obra.
- Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la seguridad y salud en el trabajo.
- Proveer cuanto fuera necesario para que, en caso de accidente, los accidentados reciban la inmediata asistencia sanitaria que requiera su estado.
- Atender correctamente a cuantos representantes de organismos oficiales entren en la obra.
- Facilitar el derecho de consulta y participación de los trabajadores.
- Realizar el control de trabajadores que acceden a obra, mediante el listado de personal en obra
- El nombramiento se documentará

Encargado de empresas Subcontratistas/ Trabajador designado empresas subcontratistas.

- Cumplir y hacer cumplir a todo el personal a su cargo la normativa en materia de prevención, lo establecido en el PSS y los principios básicos de acción preventiva.
- Asistir a las reuniones de coordinación de actividades empresariales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Formar e informar a sus trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas de sus puestos de trabajo en la obra.
- Aportar la documentación referente a sus trabajadores previos al inicio de los trabajos.
- Informar al contratista sobre las deficiencias y/o necesidades en materia de prevención para garantizar la seguridad de sus trabajadores y los trabajadores del resto de obra por posibles interferencias de trabajos.

4.1.2 PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN LA OBRA

Será necesaria la presencia del recurso preventivo de la sociedad contratante y también de los recursos preventivos o encargados de seguridad de las subcontratas, en los siguientes supuestos reglamentarios clasificados como ACTIVIDAD O PROCESO PELIGROSO O CON RIESGO ESPECIALES:

DE APLICACIÓN EN OBRA:	ACTIVIDAD	REGLAMENTO DE ORIGEN SI LO HUBIERA
✓	Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo. Durante el montaje/desmontaje de las protecciones colectivas, o cuando la altura de trabajo sea mayor de 6 m o de altura menor, pero en los que la protección del trabajador no pueda ser asegurada totalmente sino mediante la utilización de un equipo de protección individual contra el referido riesgo.	R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997.
✓	Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.	R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997
✓	Trabajos con riesgos eléctricos, en alta tensión o en proximidad de estas. Trabajos en proximidad o presencia de LEA en tensión	Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997
✓	Cuando se trabaje con maquinaria de obra que deba realizar operaciones y maniobras dificultosas por espacio, visibilidad, duración, riesgo, etc. (presencia de instalaciones aéreas, movimiento de cargas de grandes volúmenes) Cuando se trabaje con maquinaria de elevación de cargas que sea dificultosa la visibilidad de movimientos de la carga o de la maniobra de esta. Cuando el movimiento de cargas o maquinaria pueda afectar al tráfico peatonal o de vehículos, si no se puede trabajar puntualmente dentro de la zona delimitada con la señalización de obra.	
✓	Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollen sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DE APLICACIÓN EN OBRA:	ACTIVIDAD	REGLAMENTO DE ORIGEN SI LO HUBIERA
✓	Todos aquellos que en el seguimiento de la obra se determinen como tal en las vistas de prevención o reuniones de seguridad.	
✓	De forma previa al inicio de los trabajos para verificar que el tramo a ejecutar esta correctamente señalizado.	
	Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento	R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997
✓	Trabajos en espacios confinados. A estos efectos, se entiende por espacio confinado el recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o puede haber una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para su ocupación continuada por los trabajadores.	R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997
	Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión, salvo lo dispuesto en el apartado 8.a) de este artículo, referido a los trabajos en inmersión con equipo subacuático	R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997
	Real Decreto 1029/2022, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.	R.D.1029/2022 R.D.783/2001
	Trabajos con exposición a agentes tóxicos y muy tóxicos, y, en particular, a agentes cancerígenos, mutagénicos o tóxicos para la reproducción, de primera y segunda categoría, según RD 363/1995, de 10 de enero, que aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, así como Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.	Anexo I del R.D.39/1997
	Actividades en que intervienen productos químicos de alto riesgo y son objeto de la aplicación del Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.	Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997
	Trabajos con exposición a agentes biológicos de los grupos 3 y 4, según la Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).	Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997
	Actividades de fabricación, manipulación y utilización de explosivos, incluidos los artículos pirotécnicos y otros objetos o instrumentos que contengan explosivos.	Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997
	Trabajos propios de minería a cielo abierto y de interior, y sondeos en superficie terrestre o en plataformas marinas.	Anexo I del R.D.39/1997
	Actividades en inmersión bajo el agua. Riesgo de Ahogamiento por Inmersión. Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.	Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997
	Actividades en obras de construcción, excavación, movimientos de tierras y túneles, con riesgo de caída de altura o sepultamiento. Y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.	Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DE APLICACIÓN EN OBRA:	ACTIVIDAD	REGLAMENTO DE ORIGEN SI LO HUBIERA
	Actividades en la industria siderúrgica y en la construcción naval.	Anexo I del R.D.39/1997
	Trabajos que produzcan concentraciones elevadas de polvo silicio.	Anexo I del R.D.39/1997
	Trabajos realizados en cajones de aire comprimido	Anexo II del R.D.1627/1997
✓	Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.	Anexo II del R.D.1627/1997

Nota1: *Algunas de las disposiciones legales del Anexo I del RSP están derogadas por otras disposiciones más recientes que son las aplicables y exigibles actualmente*

Nota 2*: Cuando el recurso preventivo que debe vigilar el cumplimiento de las medidas preventivas en caso de «Trabajos peligrosos o con riesgos especiales» (de los que se derivan peligros especialmente graves de caída de altura, sepultamiento, ahogamiento, trabajos en espacios confinados, maquinaria sin marcado CE), cuenta con formación de nivel intermedio o superior, o bien se le ha proporcionado una formación complementaria a la del nivel básico, que esté específicamente referida a uno o varios riesgos relacionados con los que debe vigilar*

4.1.3 REALIZACIÓN DE TRABAJOS POR MENORES O TRABAJADORES DE ETT.

No se permitirá en la presente obra la presencia de trabajadores menores de edad o de empresas de trabajo temporal.

4.2 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA.

4.2.1 COMISIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD.

Creación.

La Comisión de Prevención o Seguridad se creará cuando, no existiendo Comité de Seguridad y Salud, para facilitar las labores de coordinación de actividades empresariales.

Composición.

Los miembros de esta Comisión serán, de forma general y sin perjuicio de cualquier otra composición:

- Por parte de parte contratante: Jefe de Obra, Recurso Preventivo y/o Encargado.
- Por parte de la Dirección Facultativa: Coordinador de Seguridad. Esta participación será voluntaria previa invitación por escrito en las convocatorias de las reuniones.
- Por parte de las subcontratas o trabajadores autónomos: trabajador designado de cada una de las subcontratas y/o responsable de ejecución.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Por parte de los trabajadores, se podrá invitar a los representantes de estos (delegados de prevención o algún trabajador designado entre ellos), para que asista a dichas reuniones.
- Está comisión se constituirá con la firma de la primera acta de reunión. Las subcontratas que intervengan en la obra firmarán también esta acta.

Funcionamiento.

- La Comisión de Seguridad se reunirá cada vez que considere necesario jefe de obra, siendo oportuno cuando comience una unidad de obra de importancia en volumen y tiempo, realizada por un subcontratista distinto de los anteriores, y siempre con una periodicidad mínima de dos meses.
- Cada Reunión de la Comisión de Seguridad quedará reflejada en un Acta de Reunión en el que aparecerán los temas tratados y las conclusiones obtenidas.

Función.

- La función de esta Comisión es la de coordinación de actividades empresariales y seguimiento del Estudio de Seguridad y salud, y deberá tratar sobre los riesgos y medidas de protección que se emplearán para la ejecución de cada unidad, quien la dispondrá, como puede afectar a cada una de las actividades, tratamiento de los accidentes producidos en la obra (medidas correctoras), amonestaciones a trabajadores y subcontratas y entrega de Anexos al Plan u otra documentación.
- Se comunicará a través de estas reuniones de las subcontrataciones en la obra al resto de las empresas presentes.
- Además, servirá para, detectar posibles deficiencias durante la ejecución de las unidades, proponer mejoras o modificaciones en la ejecución de unidades o en las medidas de protección utilizadas.
- En la comisión de seguridad y salud se informará de las amonestaciones realizadas a los trabajadores de la obra por incumplimientos de las medidas de prevención.

4.3 COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

4.3.1 ENTRE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

Junto con la constitución de la Comisión de prevención, se realizará la Coordinación de actividades empresariales mediante la entrega por parte del Contratista a todas las empresas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

participantes en la obra, y mediante la firma de la adhesión al Estudio de Seguridad de todos los subcontratistas de la obra.

El subcontratista deberá aportar antes del inicio de los trabajos, mensualmente y cada vez que caduque un documento la documentación que se enumera a continuación:

- Certificado de Modalidad Preventiva de la empresa subcontratista
- Datos de su Mutua de accidentes y listado de Centros asistenciales.
- Relación de personal que accederá a la obra con su nº de D.N.I.
- Acreditar que el trabajador esta de alta en la Seguridad Social; Entrega de TC1 y TC2.
- Acreditar que el trabajador es apto según su reconocimiento médico específico para el desempeño de su trabajo.
- Acreditar formación e información de los trabajadores en materia de Prevención de Riesgos Laborales para el desempeño de los trabajos.
- Acreditar la entrega de EPI's de los trabajadores presentes en la obra.
- Indicar la habilitación de los trabajadores para la realización de trabajos con riesgo eléctrico según R.D. 614/2001 (cuando sea necesario).
- Indicar la designación para el manejo de equipos de trabajo.
- Acreditar que la empresa se encuentra registrada en el R.E.A. (Ley 32/2006)
- Firmar la adhesión al PSS, comprometiéndose a no realizar trabajos que no estén contemplados en el mismo.
- Firma en el libro de subcontratación antes del inicio de la actividad.

Si el subcontratista tiene la necesidad de subcontratar parte de los trabajos adjudicados, previamente deberá solicitar autorización por escrito a la parte contratante, donde se indicarán las partidas subcontratadas. El subcontratista de nivel 1 estará obligado a aportar la documentación de la empresa o trabajador autónomo que subcontrate.

Cualquier persona que sea ajena a las empresas participantes en la obra, y que tenga la necesidad de realizar una visita a obra, siempre y cuando no pertenezca a la cadena de subcontratación de la obra seguirá el siguiente procedimiento:

- Antes del acceso a la obra deberá justificar la necesidad de entrar en ella.
- Visitará la obra acompañado de un responsable de obra: jefe de obra, encargado de obra

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Llevará como mínimo los siguientes EPI´s: casco, calzado de seguridad y ropa de alta visibilidad.

La comunicación entre la coordinación de seguridad y salud de la obra y el contratista se realizará a través de las reuniones de la comisión de seguridad, con la entrada de nuevas subcontratas a la obra, siendo válido valido que dicha comunicación se realice de forma telefónica, en las visitas a obra del coordinador, o por correo electrónico cuando dicha subcontratación no hubiera sido comunicada en la comisión de seguridad previa.

4.3.1.1 Entre contratista y otras posibles actuaciones u obras en las zonas afectadas por el proyecto.

Si durante la ejecución de los trabajos de obra se detectase que hay en las zonas de actuación, empresas realizando otros trabajos de mantenimiento u obras que puedan afectar a las obras de asfaltado o que puedan verse afectadas por las obras de asfaltado, se coordinaran siempre los trabajos una vez se detecte dichas interferencias a través de:

- La información facilitada por el Coordinador de Seguridad y Salud, cuando sean trabajos previstos y comunicados por parte del otro contratista. En este caso:

- Se realizará la entrega del presente PSS a las empresas que realizan dichas actuaciones para informarlas de los tramos, plazos y trabajos durante el periodo de ejecución de la obra y se requerirá la información preventiva necesaria sobre sus trabajos que puedan afectar a la ejecución de la presente obra.

- Cuando las obras no hayan sido comunicadas de forma previa, mínimo se mantendrá en el momento de detectarse una pequeña reunión con los responsables de la obra u actuaciones que se vean afectadas realizándose una visita de seguridad donde deberá quedar reflejada las medidas de coordinación acordadas y los responsables de supervisarlas por ambas partes. Se dará aviso al coordinador de seguridad cuando se detecten dichas interferencias.

4.4 CONTROL DE ACCESOS A OBRA

Previamente a la entrada de cualquier trabajador/ empresa a la obra, la empresa subcontratista deberá haber aportado a la empresa contratista con la antelación de 48 h la documentación de dicho trabajador.

Antes de iniciar los trabajos y una vez verificado el cumplimiento documental de la empresa subcontratista, ésta deberá firmar en el libro de subcontratación de la obra.

Todos los días el encargado de obra al inicio de la jornada realizara la charla de “5 minutos de seguridad” con la plantilla de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Aquellos trabajadores o empresas de las que no se tenga la documentación completa no podrán iniciar los trabajos hasta subsanar dichas deficiencias.

La formación mínima para el acceso a obra de los trabajadores será la específica de su puesto de trabajo según el art 19 de la LPRL y la determinada por oficio y puesto de trabajo según el convenio colectivo de la construcción/metal.

4.5 ACTUACIÓN EN ACCIDENTES.

4.5.1 ACTUACIÓN DE SOCORRO EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

Se seguirán en todo momento las actuaciones previstas en el Plan de Emergencia de este Estudio de Seguridad y Salud.

4.5.2 ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE.

Los accidentes con baja originarán un parte oficial de accidentes que se presentará en la Entidad Gestora o Colaboradora, en el plazo de cinco días hábiles contados a partir de la fecha del accidente. Los calificados de graves o mortales o que hayan afectado a cuatro o más trabajadores, se comunicarán telemáticamente o a la autoridad laboral en el plazo de 24 horas a partir del siniestro.

Es imprescindible conocer el diagnóstico facultativo antes de transcurridas 24 horas del siniestro, bien sea definitivo o reservado.

Los accidentes sin baja se computarán en la "hoja relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica", que será presentada en la Entidad Gestora o Colaboradora en el plazo de los 5 primeros días hábiles del mes siguiente.

Parte de investigación de accidentes.

Cuando se produzca un accidente en obra que se realizará la investigación del accidente por el servicio de prevención de la empresa afectada en caso de accidentes graves o muy graves, y por el encargado de seguridad o persona encargada en su empresa en caso de accidentes leves (o sin baja).

El subcontratista estará obligado a facilitar a la sociedad contratante copia de la investigación del accidente y del parte de asistencia del trabajador a la Mutua de accidentes.

Estadística de accidentes.

Los parámetros estadísticos utilizados en prevención serán los siguientes índices:

- IFB: Índice de frecuencia con baja

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

$$IFB = \frac{Nº\ Accidentes\ con\ Baja}{Nº\ horas\ trabajadas} * 10^6$$

- IG: Índice de gravedad

$$IG = \frac{Nº\ Jornadas\ perdidas}{Nº\ Horas\ trabajadas} \times 10^3$$

Las empresas subcontratistas estarán obligadas a remitir de forma mensual los datos necesarios para la elaboración de los índices. Del mismo modo se hará cargo de facilitar los mismos datos de sus empresas subcontratistas.

Actuaciones en caso de accidentes:

- Siempre que se produzca un accidente/incidente, lo primero que debe realizar el personal que se encuentre en la zona es prestar asistencia al accidentado y asegurar el lugar donde ha ocurrido para evitar mayor peligro. La asistencia al accidentado se realizará en función de la gravedad del accidente según lo establecido en los planes de emergencia/fichas/manuales de emergencia que deben ser conocidos por todo el personal de la empresa.
- En caso necesario se llamará a los servicios de emergencia (112) o bien se remitirá o acompañará al accidentado a la mutua para que sea atendido. Para ello es necesario que el Mando Técnico de Producción (Encargado, jefe de explotación, jefe de obra) o Departamento de personal de la empresa del trabajador accidentado proporcione al accidentado un “parte de asistencia” (soporte papel o electrónico) sin el cual el trabajador no será atendido (no es necesario en accidentes de gravedad).
- El accidente deberá ser comunicado inmediatamente al jefe de obra quien avisará al Técnico de Prevención responsable de la Delegación y al Coordinador de Seguridad de la obra.
- El jefe de obra se personará en el lugar en que se ha producido el accidente con la mayor brevedad posible (en la misma jornada del accidente si pudiera ser) con el fin de obtener los datos sobre el accidente lo más exactos posible. Si esto no fuera viable por razones de situación de la obra, deberá obtener la información lo más detallada posible de los testigos que estuvieran cuando se produjo el accidente, con el fin de poder contrastar las distintas versiones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Una vez que el jefe de obra, con ayuda del técnico de PRL, haya recabado toda la información necesaria acerca del accidente, rellenará en todos los casos el Informe de Investigación correspondiente intentando reflejar en él, de la forma más detallada y aproximada posible, la realidad del accidente con toda la información complementaria que se considere de interés. Al informe se anexarán:
    - Fotografías del lugar del accidente siempre que sea posible.
    - Copia de la solicitud de parte de accidente proporcionado por la mutua tras la asistencia donde consta la calificación del accidente (leve, grave, muy grave).
    - Documentación complementaria (investigaciones de otras contratas, inscripciones en libro de incidencias, declaraciones de testigos, informes de maquinaria o instalaciones implicadas…)
- Una vez cumplimentado el informe de investigación remitirá copia al Coordinador de Seguridad y Salud.
- El Departamento de Administración/Personal de la empresa del trabajador accidentado realizará la comunicación electrónica de accidentes de accidentes laborales con o sin baja en los plazos establecidos según la legislación vigente.
    - Con baja: Declaración electrónica de accidentes en los 5 días posteriores a la baja.
    - Sin baja: Parte de accidentes sin baja a presentar en los 5 primeros días del mes siguiente.

NOTA: En caso de accidente, grave, muy grave, mortal o que afecte a más de 4 trabajadores, los pasos (1 a 6) especificados deben completarse como máximo en un plazo de 24h. (Están exentos de esta obligación los accidentes “in itinere”.

4.6 INDICACIONES PARA LA ORGANIZACIÓN DE LOS TURNOS DE TRABAJO.

La organización de los turnos debe incluir entre sus objetivos la protección de la salud de los trabajadores. Para ello deberán seguirse las recomendaciones existentes a este respecto. Se debe emprender una política global en la que se consideren los siguientes factores:

- La elección de los turnos será discutida por los interesados sobre la base de una información completa y precisa que permita tomar decisiones de acuerdo con las necesidades individuales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los turnos deberán respetar al máximo el ciclo de sueño, evitando que el turno de mañana empiece a una hora demasiado temprana. Los cambios de turno pueden situarse, por ejemplo, entre las 6 y las 7h. las14 y las 15h. y las 22 y alrededor de las 23h. Una variable que se debe tener en cuenta es la distancia entre el centro de trabajo y el domicilio de los trabajadores.
- Los turnos de noche y de tarde nunca serán más largos que los de mañana, preferiblemente serán más cortos.
- Disminución del número de años que el individuo realiza turnos, limitación de edad, etc. La OIT recomienda que a partir de los 40 años el trabajo nocturno continuado sea voluntario.
- Reducir, en lo posible, la carga de trabajo en el turno de noche. Programar aquellas actividades que se consideran imprescindibles, intentando evitar tareas que supongan una elevada atención en la franja horaria entre las 3 y las 6h. de la madrugada.
- Dar a conocer con antelación el calendario con la organización de los turnos.
- Establecer un sistema de vigilancia médica que detecte la falta de adaptación y pueda prevenir situaciones irreversibles cuando los trabajos a turnos sean de larga duración.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR FASE DE OBRA

Para cada riesgo se detallan medidas preventivas a implantar como “Acciones requeridas” en las que se detalla las medidas a tomar para el control del riesgo.

Para la preparación del control del riesgo, es decir la determinación de acciones a tomar, se han tomado de referencia los principios de acción preventiva:

Evaluar los riesgos que no se puedan evitar

- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos de este en la salud
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

No se incluyen en este punto aquellas acciones dirigidas a eliminar o limitar los riesgos específicos de cada actividad basada en principios básicos de actuación de los trabajadores, ya que estos principios básicos deben haber sido adquiridos a través de la información, formación y capacitación de dichos trabajadores y llevados a la práctica por los mismos en sus empresas.

Tampoco se incluye el total de las medidas preventivas de aplicación al uso de las máquinas y equipos de trabajo, al considerar que la manipulación de estos y la puesta en práctica de las medidas correspondientes, son realizadas por personal capacitado, con formación suficiente y adecuada para ello.

5.1 ACCIONES FRENTE A LOS RIESGOS HIGIÉNICOS POR TRABAJOS EN INTEMPERIE.

El ambiente térmico es muy variable en función de la época del año, las condiciones atmosféricas, la hora del día y el lugar en el cual se desempeña la tarea. Situaciones de calor intensos pueden

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ser habituales y es necesario protegerse ante ellas. La tabla siguiente determina unos criterios básicos a considerar para minimizar las consecuencias del calor intenso en las actividades a intemperie.

Medidas básicas de aplicación frente al ambiente térmico:

TRABAJADOR / LOCALIZACION	MEDIDA
Operadores de máquinas con cabinas climatizadas	▪ Las cabinas de las máquinas deberían disponer de sistemas de climatización adaptables. ▪ Asignación y utilización de ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente.

Trabajadores	▪ Asignación y utilización de ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente.
	▪ En épocas de calor:
	  ▪ Los puestos de trabajo tendrán fácil accesibilidad a recipientes con agua potable para su ingestión.
	  ▪ Se tratará de organizar las tareas para intentar evitar las horas de calor más intenso.
	  ▪ Cuando se prevean altas temperaturas se deben organizar los trabajos de forma que en las horas de máxima insolación se establezcan turnos de descanso.

5.2 EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA.

Esta fase de obra contempla las posibles interferencias y riesgos que pueda generar la obra ante las propiedades colindantes, la implantación de servicios de higiene y bienestar, las interferencias con los servicios afectados (luz, gas, telefonía, tráfico, saneamiento, climatología, tráfico peatonal y medio ambiente).

5.2.1 RIESGOS DETECTADOS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tropiezos con señales, conos y otros elementos de señalización ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. ▪ Existencia de desniveles en el suelo, juntas de fresado, y aglomerado, ejecución de bordillo etc. ▪ Personal ajeno a obra que sobrepasa las barreras de cerramiento y señalización de obra
Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.	▪ Durante la realización del corte de carril, señalización de obras, su mantenimiento y durante su retirada por la realización de trabajos en calles abiertas a tráfico con circulación de vehículos. ▪ Por disminución de la visibilidad debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc.)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
	▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulas por las carreteras afectadas por las obras. ▪ Durante los trabajos de señalista y preaviso a conductores. ▪ Rotura de cableado aéreo y golpeo del tensor que los mantiene en los trabajadores. ▪ Personal ajeno a obra que sobrepasa las barreras de cerramiento y señalización de obra
Desplome	▪ Desplome o fallo de las estructuras sobre las que se trabaja (rejillas de ventilación, forjados de aparcamientos subterráneos etc)
Vuelco o caída de vehículos.	▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación del mismo. ▪ Durante la carga y descarga de los camiones de las góndolas de transporte
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales.
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos. ▪ De materiales desde la cinta de la fresadora, o proyecciones de la barredora
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares,	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo.
Inhalación de polvo	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente del fresado y barrido de las calzadas
Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.	▪ Trabajos en proximidad a vehículos que desprenden gases de combustión. ▪ Humos procedentes de las mezclas asfálticas
Inhalación de gases y sustancias tóxicas	▪ Escapes de conducciones de gas. ▪ Vertidos de la red de saneamiento ▪ Líneas subterráneas de gas no identificadas
Explosiones	▪ Líneas subterráneas de gas no identificadas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos. ▪ Operadores de maquinaria y conductores:
Exposición a microorganismos y parásitos.	▪ Red de saneamiento
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Trabajos de instalación y transporte de señales

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
	▪ Manipulación manual de cargas: postes, vallas metálicas, paneles de señalización,
Contacto eléctrico directo e indirectos	▪ Presencia de líneas eléctricas aéreas o subterráneas en servicio ▪ Líneas subterráneas en servicio no identificadas
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Bipedestación mantenida durante los trabajos de señalista y paso alternativo de vehículos. ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material
Agresiones de animales	▪ Presencia de animales sueltos

5.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

5.2.2.1 Daños sobre propiedades colindantes y tercero

Se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando banda de señalización.

La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente y en consonancia con su mensaje.
- Banda de señalización destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, protección con barandillas en caso necesario.
- Indicación y limitación en caso necesario de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.
- Valla plástica tipo “masnet” de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

Las señales utilizadas podrán ser de alguno de los tipos siguientes:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señalización manual.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

Vallas de cerramiento móviles tipo “Julper” o similar.

- Vallas tipo “Posler” o similar.
- Palenques.

Colocación en caso necesario de sostenimientos, apuntalamientos, defensas, etc.

Marquesinas.

Plataformas de paso protegidas.

Toldos o mallas de cerramiento.

5.2.2.2 Conducciones de agua

Cualquier conducción existente en el emplazamiento de la obra, se identificará antes del comienzo de los trabajos, mediante la información recibida a través de los Servicios encargados del Propietario de aquélla.

Los datos relativos a direcciones y números del teléfono del Propietario se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas que trabajen en la zona afectada. También se tendrán los teléfonos de Bomberos, Protección Civil, Policía, Guardia Civil, Ambulancias y Centros Asistenciales.

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por una fuga de agua o rotura de la conducción recibirán instrucciones sobre la conducta a seguir en caso de accidente.

Las zonas de obra que pudieran sufrir anegamientos o inundaciones a consecuencia de posibles pérdidas de una conducción se protegerán con dispositivos de evacuación y drenaje.

Los pasos de máquinas y vehículos sobre la conducción se establecerán en lugares concretos, correctamente señalizados, y se acondicionarán adecuadamente, en función de los vehículos que puedan circular (anchura, carga, etc).

La apertura de zanjas, pozos o cualquier otro tipo de excavación se realizará adoptando las precauciones necesarias para no dañar la conducción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La excavación final deberá ser manual con el fin de no dañar la conducción.

5.2.2.3 Líneas eléctricas

Cualquier línea existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos, mediante la información recibida a través de los Servicios Encargados de la Compañía Eléctrica a que está adscrita dicha línea.

Los datos relativos a direcciones y números de teléfono de la Compañía Eléctrica se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas que trabajan en la zona afectada.

Aquellas personas relacionadas con las instalaciones eléctricas, o las que tengan probabilidad de interferir en la zona de influencia de una línea, recibirán instrucciones sobre la distancia de seguridad a respetar y la conducta a seguir en caso de accidente.

Cuando se produzca un contacto con la línea, o se detecte una avería o rotura de aisladores, conductores, etc, que puedan suponer un peligro inminente para las personas se avisará inmediatamente a los Servicios encargados de la Compañía Eléctrica en cuestión.

La ejecución de cualquier trabajo en tensión quedará reservado exclusivamente, al personal que esté especialmente instruido en las técnicas correspondientes, el cual seguirá los procedimientos previstos en cada caso y utilizarán los medios adecuados en correcto estado de mantenimiento.

En caso de incendio próximo a una línea, se intentará en primer lugar lograr la desconexión de la misma y para combatir el incendio se utilizarán extintores de material dieléctrico con agentes extintores adecuados.

Previamente al comienzo de los trabajos en una línea será requisito indispensable obtener el documento que acredite su consignación por la Compañía Eléctrica correspondiente.

El personal que concluya trabajos en una línea eléctrica solicitará por escrito la desconsignación de la misma, quedando advertido de que a partir de ese momento no podrá realizar ya ninguna operación en ella considerando que la línea se encuentra de nuevo en tensión.

Las líneas eléctricas que puedan instalarse para el servicio de la obra, y dependiendo de ésta, cumplirán la reglamentación oficial vigente, como si de líneas genéricas se tratara y quedarán encomendadas al cuidado y vigilancia del Servicio Eléctrico de Obra. En concreto se respetarán los límites especificados para las distancias de cruzamiento y paralelismo con otras líneas.

5.2.2.4 Líneas eléctricas aéreas

Definiciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Instalación eléctrica: conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

- Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

- Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

- Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

- Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

- Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. Considerando que las herramientas u objetos conductores que porte el trabajador se consideran una prolongación de su cuerpo, la distancia que se debe respetar, en relación a la zona de peligro, será la que exista entre ésta y el punto de su cuerpo (u objeto que porte) más cercano a ella.

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤1	50	50	70	**300**
3	62	52	112	**300**
6	62	53	112	**300**
10	65	55	115	**300**
15	66	57	116	**300**
20	72	60	122	**300**
30	82	66	132	**300**
45	98	73	148	**300**
66	120	85	170	**300**
110	160	100	210	**500**
132	180	110	330	**500**
220	260	160	410	**500**
380	390	250	540	**700**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}

U_n=tensión nominal de la instalación (kV).

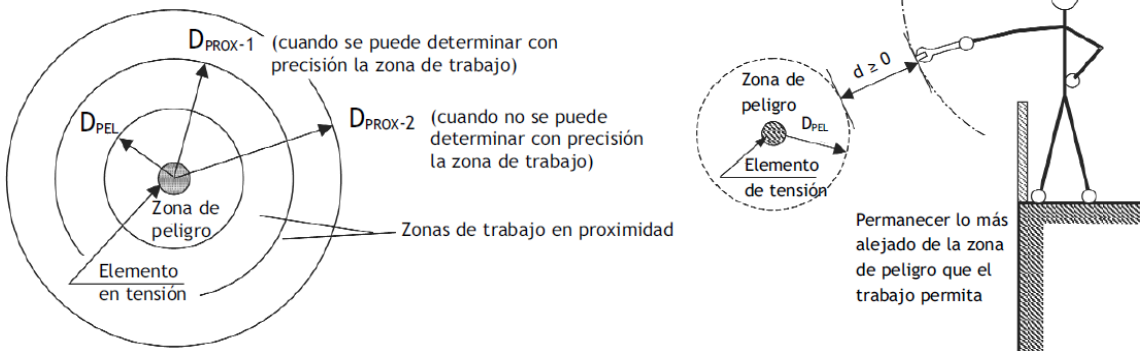
D_{PEL-1}=distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PEL-2} = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

D_{PROX-1} =distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

D_{PROX-2}=distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización de este).

Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.



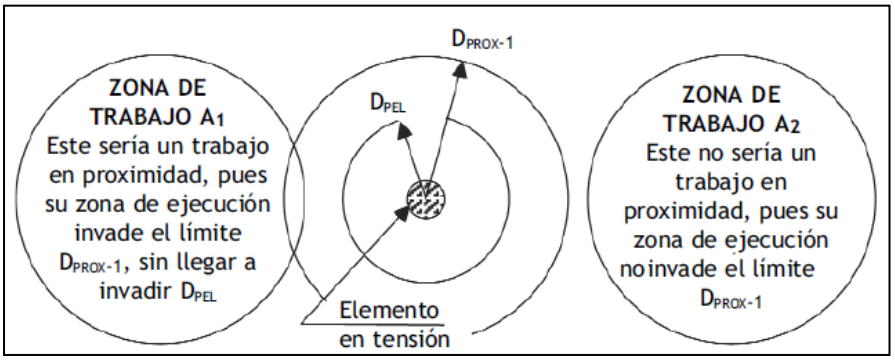
- Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el RD 614/2001.

- Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Realización de los trabajos:

Los trabajadores que realicen trabajos en zona de proximidad deben realizar su trabajo, como mínimo, bajo la vigilancia de un trabajador autorizado, quien vigilará los movimientos efectuados por los trabajadores, de manera que pueda anticipar situaciones de peligro y advertir de inmediato al trabajador antes de que éste pueda invadir una zona de peligro.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro, o a los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo.

Se deberá conocer por parte del jefe de obra, la tensión de la línea antes de realizar trabajos que impliquen posible interacción con la línea eléctrica aérea para poder determinar las distancias de seguridad necesarias. Hasta que no se conozca dicha distancia de seguridad no se iniciarán estos trabajos, o en su defecto se tomara la distancia más desfavorable, es decir, la mayor distancia de seguridad.

Cuando se esté trabajando bajo las líneas de tensión, se recordará a los trabajadores el procedimiento de seguridad, recordándoles que tienen a su disposición el presente Estudio de Seguridad donde vienen cogidos tales procedimientos para su consulta o aclaración de cualquier duda que pudiera surgir.

Queda prohibido levantar basculantes, cargar o descargar camiones fuera de la zona de seguridad, zona de seguridad que se encontrará delimitada por señalización horizontal y gálibos,

El recurso preventivo estará presente durante los trabajos que se realicen bajo la influencia de líneas eléctricas.

Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Trabajos en proximidad:

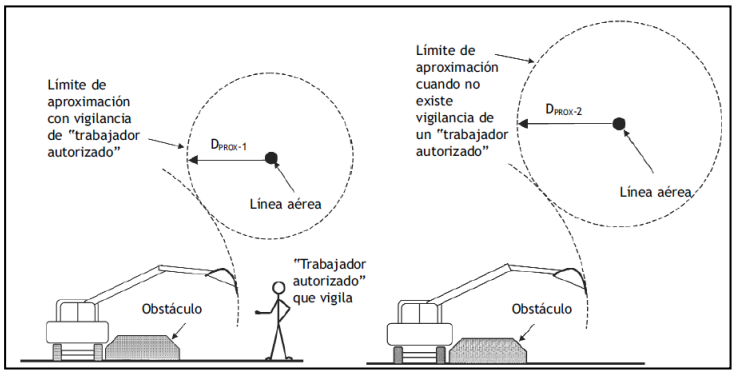
En general, en los trabajos en proximidad de líneas aéreas, cuando se trabaje con máquinas o elementos que puedan aumentar el riesgo de accidente (grúas, palas cargadoras,

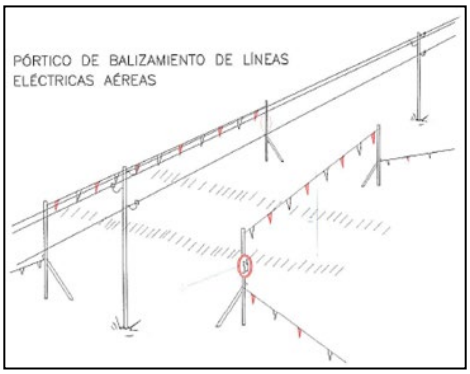
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

retroexcavadoras, plataformas elevadoras, etc.) para garantizar que no se invada la zona de peligro, DPEL, se recomienda no sobrepasar el límite DPROX-1, para los "trabajadores autorizados" (o los que trabajen bajo su vigilancia). En el resto de los casos se recomienda no sobrepasar el límite DPROX-2.

En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro, o a los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo.

El recurso preventivo estará presente durante los trabajos que se realicen bajo la influencia de líneas eléctricas.





Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

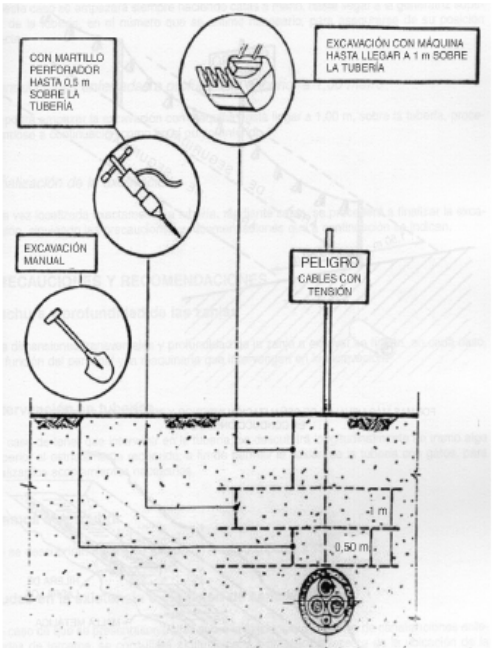
5.2.2.5 Líneas eléctricas subterráneas

No se requiere realizar excavaciones que puedan implicar la aparición de líneas subterráneas. Es posible que, si las líneas eléctricas subterráneas existentes no cumplen la normativa en cuanto a profundidad, pudiera aparecer alguna línea subterránea no identificada.

Si apareciera una línea eléctrica subterránea durante los trabajos y si se existen dudas sobre si dispone o no de tensión, todos los cables subterráneos se tratarán y protegerán como si fueran cargados con tensión. Nunca se permitirá tocar o intentar alterar la posición de ningún cable subterránea en la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se evitará tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como producir posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.



Una vez detectada la instalación, se deberá consultar a la empresa suministradora cual es la potencia de la línea, para establecer cuál es la distancia mínima que deberá guardarse tanto para personas como para maquinaria.

Las distancias mínimas de seguridad para el personal especializado serán:

Tensión entre fases (Kv)	Distancia mínima (m)
Hasta 10	0,80
Hasta 15	0,90
Hasta 20	0,95
Hasta 30	1,10
Hasta 45	1,20
Hasta 66	1,40
Hasta 132	2,00
Hasta 220	3,00
Hasta 380	4,00
Distancias definidas en el Carnet de Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas de AMYS (UNESA)	

El personal no especializado que realice trabajos en la proximidad de partes conductoras de líneas de alta o media tensión y utilicen herramientas, aparatos o equipos no podrá trabajar a una distancia inferior a:

- 3 metros, en instalaciones hasta 66.000 voltios
- 5 metros, en instalaciones superiores a 66.000 voltios

Antes de comenzar los trabajos, se balizará la distancia de seguridad de la línea eléctrica.

Se empleará señalización indicativa de riesgo eléctrico, complementándose, siempre que sea posible, con la indicación de la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad. A medida que los trabajos sigan su curso, se velará porque se mantenga en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

Se informará a la compañía propietaria inmediatamente, siempre que un cable subterráneo sufra algún daño. En tales supuestos, se conservará la calma y se alejará a todas las personas, para evitar los riesgos que puedan ocasionar accidentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas u otros utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde puedan estar situados cables subterráneos. Los trabajadores empleados en los trabajos con posible presencia y riesgo de contacto eléctrico estarán dotados de prendas de protección personal y herramientas aislantes.

En la apertura de zanjas con proximidad de canalizaciones eléctricas subterráneas localizadas (es decir, cuando se conozcan el trazado, la profundidad y buen estado del aislamiento de esta) se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La ejecución de tareas con retroexcavadora puede realizarse hasta 1 m de la conducción.
- Con martillo rompedor hasta 0,5 m de la conducción.
- Con herramientas manuales el resto, sin golpear, arrastrando los materiales.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

En cualquier caso, el Jefe de Obra o persona competente por él designada informará a todas las personas implicadas en el trabajo acerca de:

- El riesgo existente por la presencia de la línea eléctrica.
- El modo de proceder en caso de accidente.

Una vez descubierta y tomadas todas las medidas de protección y sostenimiento de excavación (y de la conducción si aplicara) se procederán con las cinco reglas principales en el orden expuesto:

1. Descarga de la línea.
2. Bloqueo contra cualquier alimentación.
3. Comprobación de ausencia de tensión.
4. Puesta a tierra y en cortocircuito.
5. Evitar cualquier contacto con partes cercanas en tensión

5.2.2.6 Conducciones de gas

Se trata de un trabajo con riesgo especial y puede detectarse por medio de una cinta plástica de color amarillo que coloca la Compañía Suministradora a una cierta profundidad de la zanja.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Si por cualquier motivo existiera emanación su olor es clásico y el terreno tiende a ennegrecer.

Queda terminantemente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.

Queda totalmente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.

Antes de emprender una operación de excavación y de una forma general hay que adoptar todas las disposiciones apropiadas a la naturaleza del trabajo a efectuar y a los riesgos que conduce este apartado.

Se debe mantener una vigilancia rigurosa durante el tiempo necesario, o supresión de la línea de gas si interfiere la ejecución de la obra.

Caso que no sea posible el desvío o supresión, se señalizará adecuadamente su traza y profundidad en las zonas que interfiera con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a la línea de gas.

En los trabajos que puedan causar riesgo de emanaciones por contacto directo o indirecto con la línea de gas se extremarán las medidas para evitar riesgo de picado o rotura de la línea.

No se continuarán los trabajos cuando quede al descubierto la canalización. Se avisará al Jefe de Obra quien se pondrá en contacto con la compañía suministradora para que envíe a personal cualificado.

Actuación en caso de fuga de gas, incendio o explosión: en caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de la obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la Compañía instaladora

No deben realizarse excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0.50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.

En caso de que exista afección y las tuberías vayan enterradas se actuará según los pasos siguientes:

a) Identificación: Se identificará el trazado de la tubería que se quiere excavar a partir de los planos constructivos de la misma suministrados por la Compañía Suministradora del Gas.

b) Señalización: Se procederá a localizar la tubería mediante detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

A. Procedimientos de operación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

a) Conducciones enterradas a profundidad igual o menor a 1 metro.

En este caso se empezará siempre haciendo catas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la tubería, se realizarán tantas como se estimen necesarias para asegurarse de la posición de la tubería.

b) Conducciones enterradas a distancia superior a 1 metro.

Se podrá empezar la excavación con máquina hasta llegar a 1 metro sobre la tubería, procediéndose a continuación como en el punto anterior.

Una vez localizada la tubería, se podrá excavar mediante medios mecánicos hasta 0,5 metros de la tubería.

B. Procedimientos de trabajo. Normas de seguridad

Cuando se trabaje en la proximidad de conducciones de líquidos y gases inflamables o cuando sea necesario descubrir las conducciones, se hará especial interés en los siguientes puntos:

a) Comprobación continúa de la existencia de gas en el ambiente. En caso de escapada de gas o incendio, todo el personal de obra se retirará más allá del límite de seguridad señalado, recibiendo solamente instrucciones del personal competente de la Compañía propietaria de la instalación.

b) La zona de trabajo estará vallada y señalizada convenientemente, quedando prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa del área afectada, para lo cual se evitará el uso de máquinas de combustión, si no están dotadas de rejillas cortafuegos, suelas de zapatos con herrajes, etc.

c) Tanto los compresores como cualquier tipo de aparato eléctrico (grupo electrógeno, taladro, cortadora, sierra circular, etc.), se colocarán fuera de la zona.

d) Se proveerán y mantendrán todas las luces, cercos y vigilancia para la protección de las obras o para seguridad de terceros cuando el caso lo requiera.

5.2.2.7 Conducciones telefónicas

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por un contacto con la línea recibirán instrucciones sobre la conducta a seguir en caso de accidente.

Cualquier línea existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos, mediante la información recibida a través de los Servicios Encargados de la Compañía Telefónica.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los datos relativos a direcciones y números de teléfonos de la Compañía se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas aludidas anteriormente.

Se deben considerar, además, las normas indicadas para líneas eléctricas aéreas y subterráneas que sean de aplicación, para la interferencia con Líneas Telefónicas.

Se mantendrán mínimo 3 m de distancia de seguridad a las líneas telefónicas o de datos aéreas, en previsión a su rotura y golpeo a los trabajadores por el tensor que las sujeta.

5.2.2.8 Interferencias con viales

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por el tráfico de vehículos recibirán instrucciones sobre las medidas de prevención a adoptar y la conducta a seguir en caso necesario.

Deberán disponer de chaleco reflectante.

Cualquier vial existente en el emplazamiento de la obra se identificará y señalizará convenientemente, de acuerdo con la legislación vigente.

El tramo de vial, común al recinto de obra o accesos de la obra se señalizará y/o protegerá convenientemente.

Los trayectos de las máquinas y vehículos de la obra, que necesariamente crucen un vial, se establecerán fijando los lugares de paso obligatorio, previamente autorizados por el Propietario, los cuales dispondrán de la señalización y protección adecuadas.

Dichos lugares de paso se situarán, siempre que sea posible, en zonas de buena visibilidad, tanto para el usuario del vial como para el personal de la obra.

En caso de que por el vial circule tráfico intenso o el movimiento de obra sea notable, se estudiará la posibilidad de asignar señalistas en los puntos de entrada y salida de los cruces.

Se dejarán de forma periódica respetando aproximadamente las distancias entre pasos peatonales existentes, pasos sin riego de emulsión para permitir el cruce de los peatones por las calles.

5.2.2.9 Red de saneamiento

Cualquier conducción, galería de saneamiento, pozo, arqueta, registro, etc., se identificará antes del comienzo de los trabajos mediante la información recibida a través de los Servicios encargados del Propietario de aquélla.

Los datos relativos a direcciones y números del teléfono del Propietario se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas que trabajan en la zona afectada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por una fuga de agua, por afección de gases tóxicos, asfixia por falta de oxígeno, recibirán instrucciones sobre la conducta a seguir. En el caso de trabajo en recintos confinados conocerán la norma de seguridad relativa al trabajo en recintos confinados.

Las zonas de obra que pudieran sufrir anegamientos o inundaciones a consecuencia de pérdidas por roturas de la conducción se protegerán con dispositivos de evacuación y drenajes.

Las aperturas de zanjas, pozos o cualquier otro tipo de excavación se realizarán adoptando las precauciones necesarias para no dañar la conducción.

La excavación final deberá ser manual para no dañar la conducción

5.2.2.10 Naturaleza de los terrenos

Debido a los trabajos a ejecutar y dado que no requieren grandes movimientos de tierras ni excavaciones, no se prevé que pueda existir afección al terreno ni riesgos derivados de este en condiciones normales.

Se tendrá en cuenta antes de ejecutar cada fase de obra, la existencia de rejillas de ventilación, o existencia de forjados de parquin o túneles de servicio que puedan tener menor capacidad de carga y puedan verse afectados por las vibraciones y pesos de la maquinará que ejecutará la obra.

En caso de detectarse este tipo de instalaciones en las zonas de trabajo se verificará de forma previa al inicio de trabajos la capacidad de carga de dichas superficies y elementos.

5.2.2.11 Climatología

Cuando las condiciones meteorológicas así lo exijan (viento, tormentas, niebla, etc.) se suspenderán los trabajos.

En determinados casos se adoptarán medidas tales como, circulación de vehículos con luces encendidas.

5.2.2.12 Concentraciones humanas

Reducción de ruidos, siempre que estos no impliquen disminución de las medidas de seguridad. Se valorará la posibilidad de trabajar con radios para la comunicación entre camiones y fresadora y extendedora, para así poder eliminar la señal acústica mediante claxon de avance o retroceso de estas máquinas.

Limitaciones de horarios.

Eliminación y/o reducción de polvo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los conductores de vehículos que atraviesen zonas limítrofes con la obra observarán escrupulosamente el Código de Circulación, en todas sus normas y especialmente en paso de peatones y límites de velocidad.

Lonas o redes para evitar derrames de material.

5.2.2.13 Medio ambiente

Con estas normas, se pretende aunar las técnicas de prevención de riesgos laborales con el sentimiento de protección del entorno de la obra, importante para ejecutar las obras previstas sin dañar la naturaleza.

Actuaciones básicas de obligado cumplimiento:

- Vertidos.

  Se prohíbe terminantemente el vertido de sólidos y fluidos contaminantes a la red de saneamiento y a los ríos.

  Entre estos productos destacan:

  - Productos procedentes de excavaciones y demoliciones.
  - Rocas, tierras, lodos, restos de fábrica, hormigón, madera, perfiles metálicos, chatarra, despuntes de armaduras, caucho, materiales plásticos, áridos, productos naturales o sintéticos, prefabricados y vidrios.
  - Restos y lavados de plantas o vehículos de transporte de hormigones y asfaltos, productos bituminosos, conglomerantes y aditivos.
  - Detergentes y otros productos químicos utilizados en construcción.
  - Pinturas, disolventes, aceites.
  - Basura.

  Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto del Organismo Competente de la Comunidad que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archivo en obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Acopios.

  No se puede permitir el acopio de materiales, áridos, tierras, etc., así como el estacionamiento de máquinas y vehículos en zonas afectadas o adyacentes a ríos, cauces, etc.

  Se realizará un plan de acopios, en el que queden bien especificados estos puntos.

- Polvo.

  Estará fresado húmedo para evitar la producción de polvo.

- Humos.

  Se han de tener en cuenta los humos que puedan producirse por escapes de máquinas y vehículos.

  Es antieconómico retrasar el cambio de filtro y puesta a punto de un vehículo por su pérdida de potencia y aumento de consumo de combustible, circunstancias que aumentan la producción de humos.

- Ruidos.

  Se cuidará que las máquinas de obra productoras de ruido, compresores, grupos electrógenos y tractores mantengan las carcasas atenuantes en su posición.

- Deslumbramientos.

  Aunque no se considere un agente contaminante, la luz intensa y mal orientada puede afectar al usuario de las vías públicas y provocar accidentes de tráfico.

  Los focos de alumbrado intenso de obra deben situarse a una altura y posición adecuadas. Su mejor emplazamiento es sobre las torres de elevación hidráulica tipo “Jirafa” con panel de 1,5 kW que permite iluminar un tajo de movimiento de tierras desde una altura de 8 a 12 metros.

- Basuras.

  La experiencia indica que no es suficiente disponer de un contenedor, tipo bidón con tapa, junto al comedor de obra. Para mantener limpia la obra habrá que disponer varios, en aquellas zonas donde es frecuente encontrar personal que prefiere comer al aire libre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Barro.

  En las obras de movimiento de tierras es fácil encontrar barro tras un día de lluvia. Teniendo en cuenta el riesgo de pérdida de control de un vehículo al pasar sobre barro es básica su eliminación, y sobre todo, contemplando la posibilidad de que vehículos de la obra, trasladen en sus neumáticos el barro a los viales públicos. Se adoptarán las medidas oportunas para eliminar este riesgo.

- Flora y Fauna.

  Mentalización a todo el personal de obra de mantener una actitud respetuosa con los animales y plantas del entorno y no dañarlos, ni destruir sus nidos cooperando con los servicios de medio ambiente oficiales.

5.3 ACTUACIONES PREVIAS

5.3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Falta de zonas de acopio de materiales bien delimitadas y señalizadas. ▪ Falta de zonas de acopio de escombros y material de desecho. ▪ Iluminación insuficiente.
Atropellos, colisiones, choques, golpes o aplastamientos por maquinaria móvil.	▪ Interferencia de circulación de vehículos o maquinaria móvil de obra con zonas peatonales tanto en los accesos a la obra, como en el interior. ▪ Interferencias de vehículos o maquinaria móvil de obra con peatones ajenos a la obra en aceras y viales adyacentes. ▪ Falta de protección y señalización para peatones en los exteriores de la obra. ▪ Interferencias entre vehículos, maquinaria móvil de obra, camiones y tráfico rodado en viales adyacentes. ▪ Falta de balizamiento y señalización en vías públicas. ▪ Iluminación nocturna inadecuada.
Vuelco o caída de maquinaria.	▪ Incorrecto emplazamiento o circulación de este.
Golpes o aplastamiento por caída de carga transportada	▪ Personal situado en el radio de acción de la maquinaria móvil de elevación de cargas en la instalación de módulos prefabricados, casetas, servicios higiénicos, etc. ▪ Personal situado por debajo de la zona de montaje de cualquier otro elemento que se está colocando o montando en altura. ▪ Movimientos incontrolados de componentes de la grúa. ▪ Solapamientos de grúas de distintas obras.
Vuelco, precipitación de la carga, durante la utilización de la grúa móvil autopropulsada.	▪ Manipulación e izado de cargas por grúa móvil autopropulsada.
Caídas a distinto nivel.	▪ Trabajos de montaje de elementos de la pluma o la contrapluma. ▪ Acceso a aparte superior de casetas de obra

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
	▪ Replanteo sobre bordes de los taludes
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales. ▪ Contacto con partes móviles de las máquinas: útiles de corte, discos, punteros, etc. ▪ Entre las partes de la grúa u otros elementos que se estén montando.
Proyección de partículas.	▪ Utilización de herramientas manuales y maquinaria portátil.
Exposición a condiciones de humedad.	▪ Presencia de agua en determinadas ocasiones.
Contacto eléctrico directo e indirecto.	▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.
Incendio/explosiones.	▪ Almacenamiento y manipulación incorrectos de materiales combustibles o inflamables. ▪ Falta de recogida y eliminación adecuada de desechos combustibles e inflamables.
Inhalación de polvo: **Trabajadores.** **Operadores de máquinas.** **Conductores de camiones.**	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Los propios trabajos de instalación. ▪ Operadores de maquinaria y conductores: ▪ Falta de estanqueidad de las cabinas de las máquinas.
Intoxicación, asfixia por posible presencia de gases tóxicos en el lugar de trabajo.	▪ Trabajos sobre canalizaciones de gas enterradas.
Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.	▪ Trabajos en proximidad a maquinaria y vehículos que desprenden gases de combustión.
Ruido.	▪ Manejo de maquinaria portátil: martillo neumático, radial, etc. ▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos. ▪ Operadores de maquinaria y conductores: ▪ Falta de estanqueidad de las cabinas de las máquinas y vehículos de carga.
Estrés térmico por frío o calor.	▪ Realización de trabajos en la intemperie durante épocas con temperaturas (altas o bajas) ▪ extremas.
Radiaciones ultravioletas.	▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales por realizar trabajos en la intemperie.
Vibraciones.	▪ Operadores de vehículos. ▪ Trabajos con equipos portátiles tales como martillo neumático.
Contactos con tierras o materiales contaminados.	▪ De la propia parcela.
Exposición a microorganismos y parásitos.	▪ Exposición/contacto con aguas residuales o estancadas, fosa séptica, zanjas filtrantes, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Trabajos de instalación. ▪ Utilización de maquinaria portátil. ▪ Manipulación manual de cargas: postes, vallas metálicas, paneles de señalización, etc. ▪ Operadores de maquinaria y conductores: ▪ Diseños inadecuados de la cabina o de la ubicación de los mandos y controles.

5.3.1.1 Instalación eléctrica provisional de obra.

ASPECTOS GENERALES

El hecho de tener que disponer de suministro eléctrico para la realización de una obra conlleva a la necesidad imperiosa de habilitar una instalación eléctrica provisional y acometer todas las acciones necesarias para ponerla y mantenerla en funcionamiento.

A tales efectos, se consideran como acciones necesarias a todas aquellas tareas que han de llevarse a cabo antes del comienzo de la obra con el fin de instalar el conjunto de los materiales y equipos mediante los cuales se genere, convierta, transforme, transporte, distribuya, o utilice la energía eléctrica. En este conjunto de materiales y equipos se incluyen los grupos electrógenos y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

Antes del comienzo de la obra, las instalaciones eléctricas provisionales existentes deben estar localizadas, verificadas y claramente señalizadas.

Riesgos más frecuentes.

Los riesgos principales a tener en cuenta son:

- Electrocución.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Caída de objetos por derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes por objetos y herramientas.

Otros riesgos frecuentes en los trabajos de izado y descarga de materiales son:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personal al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas.
- Exposición a temperaturas ambientes extremas.

Medidas preventivas.

Deben tenerse particularmente en cuenta factores tales como, por ejemplo, las características conductoras del lugar de trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, de materiales inflamables, o de ambientes corrosivos, y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

Cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables, no se deben efectuar trabajos en tensión al aire libre, cualquiera que sea el método utilizado. Las principales razones son, entre otras, que: las tormentas pueden originar descargas eléctricas en los conductores con el consiguiente riesgo de sobretensión en la instalación; la lluvia y otras precipitaciones pueden reducir drásticamente el aislamiento de los equipos utilizados; el viento puede dificultar el control de las distancias de seguridad y afectar a la estabilidad tanto de los trabajadores, como de los equipos de trabajo.

En el caso de tormenta, las descargas por rayo en una línea eléctrica aérea pueden originar sobretensiones que afectan a las instalaciones interiores de la obra que están directamente conectadas a dicha línea. Por esta razón, cuando se dan tales circunstancias, no se deben realizar trabajos en instalaciones interiores.

Las tareas de instalación de material y equipos eléctricos en la obra, así como la necesidad de simultanear estos trabajos tanto con la utilización de equipos de trabajo y herramientas eléctricas, como con la realización de trabajos de verificación y ensayo de las instalaciones eléctricas ejecutadas, hace imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre las distintas zonas de trabajo con el fin de garantizar una coordinación adecuada de las actividades que se realizan durante la ejecución de dichos trabajos.

En este sentido, los trabajos se deben organizar de tal forma que en la misma zona de trabajo no se realicen operaciones simultáneas que puedan suponer un riesgo de contacto eléctrico para los trabajadores. Para ello, se ha de respetar el plan de trabajo establecido. En dicho plan se tienen que distinguir los cuatro tipos de actividades siguientes:

- Actuaciones previas de colocación y puesta en obra de materiales y equipos (cuadros eléctricos, equipos de protección, cableados, grupo electrógeno, etc.).
- Mediciones, ensayos, y verificaciones, concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones tanto técnicas, como de seguridad, necesarias para el adecuado funcionamiento de la instalación eléctrica. Se incluyen las dirigidas a comprobar

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

su estado eléctrico, mecánico, o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

- Trabajos sin tensión
- Trabajos en baja tensión

Características de las instalaciones eléctricas en obra:

En el origen de cada instalación debe estar situado el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

En las instalaciones de obras, las instalaciones fijas están limitadas al conjunto que comprende el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

La obra podrá ser alimentada a partir de varias fuentes de alimentación, incluidos los generadores fijos o móviles, en función de las necesidades de cada fase de obra

En el diseño de la instalación:

- Se han de identificar los sectores de distribución de energía eléctrica en función de las fases de la obra.
- La alimentación de cada sector de distribución y de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución en los que se integren:
    - Dispositivos de protección contra las sobreintensidades.
    - Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
    - Bases normalizadas para tomas de corriente.
- Se tiene que asegurar la existencia de medios de seccionamiento y corte omnipolar en carga en la alimentación de cada sector de distribución y de todos los aparatos plausibles de utilización. Estos dispositivos de seccionamiento deben poder ser bloqueados en posición abierta (por ejemplo, por enclavamiento o ubicación en el interior de una envolvente cerrada con llave) de forma que existan garantías de que el mismo no pueda ser activado por cualquier persona, sino sólo por la persona que ha realizado el enclavamiento.
- Las medidas de protección contra los contactos directos son preferentemente:
    - Por aislamiento de partes activas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Por medio de barreras o envolventes.

Otros circuitos tales como los que alimentan bombas de elevación, ventiladores, y elevadores o montacargas para personas, cuya continuidad de servicio sea esencial, deben preverse de tal forma que la protección contra los contactos indirectos quede asegurada sin corte automático de la alimentación. Dichos circuitos han de estar alimentados por un sistema automático con corte breve que puede ser de uno de los tipos siguientes:

- Grupos generadores con motores térmicos.
- Baterías de acumuladores asociadas a un rectificador o un ondulador.

Las envolventes, la aparamenta, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie deben tener, como mínimo, un grado de protección IP45.

El resto de los equipos han de tener los grados de protección adecuados según las influencias externas determinadas por las condiciones de la instalación.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente debe estar: protegida por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual a 30 mA, como máximo; alimentada a muy baja tensión de seguridad MBTS; o protegida por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.

Pautas de actuación en locales de características especiales.

LOCALIZACION	MEDIDAS
Locales húmedos	▪ Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, debe presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no han de ser metálicas.
	▪ Los receptores de alumbrado tienen que estar protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no deben ser de clase 0.
	▪ Los aparatos de alumbrado portátiles han de ser de la Clase II.
Locales mojados	▪ En estos locales o emplazamientos se tienen que cumplir las condiciones para locales húmedos.
	▪ Para terminales, empalmes y conexiones, se deben utilizar sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.
	▪ Se han de instalar los aparatos de mando y protección, así como las tomas de corriente, fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos tienen que ser del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se deben instalar en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente
	▪ Se debe instalar, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

LOCALIZACION	MEDIDAS
	▪ Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS (24 V.)

5.3.1.2 Cuadros eléctricos.

Se ha de ubicar en un armario con las siguientes características:

- Los cuadros eléctricos (de exterior, interior o móviles) empleados en las instalaciones de una obra deben cumplir lo estipulado en la norma UNE-EN 61439-4 (conjunto de aparamenta de baja tensión). Dichos cuadros han de tener marcado CE y Declaración CE de Conformidad deben cumplir lo estipulado en la norma UNE-EN 61439-4 (conjunto de aparamenta de baja tensión). Dichos cuadros han de tener marcado CE y Declaración CE de Conformidad.

- El grado de protección (contra penetración de cuerpos sólidos, polvo y líquidos) de un cuadro eléctrico debe ser de IP 45 (protección contra proyecciones de agua directa). Este mismo grado de protección se exige a las tomas de corriente cuando estén a la intemperie.

- Los cuadros eléctricos que poseen carcasa metálica deben estar dotados de puesta a tierra de la misma.

- Ha de disponer de cerradura cuya llave tiene que estar al cuidado del personal de mantenimiento designado. Se debe mantener la puerta siempre cerrada.

- En un cuadro eléctrico únicamente pueden ser accesibles (sin necesidad de utilizar llave) las tomas de corriente, las manetas y los botones de mando (no los interruptores diferenciales ni los magnetotérmicos).

- En el origen de la instalación se ha de disponer un interruptor general de corte omnipolar, accesible desde el exterior del cuadro eléctrico sin tener que abrir la tapa, que corte la corriente eléctrica a la totalidad de la obra.

- Asimismo, se debe disponer de tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos haya disponibles

- Todas las partes activas de la instalación han de estar cubiertas con un sistema de aislamiento adecuado que asegure su inaccesibilidad.

- Las tomas de corriente tienen que estar ubicadas, preferentemente, en los laterales del armario con el objeto de facilitar que éste pueda permanecer cerrado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las bases de enchufe deben disponer de los correspondientes puntos de toma de tierra para asegurar así la adecuada conexión de las distintas máquinas que lo necesiten.
- Los cuadros eléctricos han de disponer de un dispositivo de corte de corriente en carga (interruptor de emergencia) accesible y bloqueable.
- Se tiene que establecer un plan de mantenimiento preventivo de los armarios. Este plan debe incluir el accionamiento periódico del botón de prueba para comprobar que funcionan correctamente los dispositivos de corte (interruptor diferencial y magnetotérmico).
- Los accesos al cuadro eléctrico deben mantenerse, en todo momento, limpios y libres de obstáculos en previsión de facilitar cualquier maniobra en caso de emergencia.
- Puestas a tierra.
- Los conductores para puesta a tierra tienen que ir directamente de la toma de corriente al electrodo sin interposición de fusible ni dispositivo de corte alguno.
- En cualquier caso, las dimensiones de los elementos constitutivos de esta instalación de protección vienen determinadas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por barras, tubos, pletinas, conductores desnudos, placas, etc. Las canalizaciones metálicas de otros servicios (de agua, líquidos, gases, etc.) no deben ser nunca utilizadas como tomas de tierra.
- Las tomas de tierra han de ser diseñadas de forma que las posibles pérdidas de humedad del suelo, hielo etc. no aumenten su resistencia por encima del valor previsto. La profundidad no debe ser nunca inferior a 0,50 m. Las conexiones entre cable y picas tienen que ser accesibles para su verificación.
- El valor de resistencia debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local conductor o 50 V en los demás casos.
- Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo con el objeto de asegurar el correcto estado de las puestas a tierra existentes, así como de su adecuación mediante las mediciones correspondientes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.3.1.3 *Conductores eléctricos*

- Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, en el tendido de mangueras de alimentación eléctrica hacia las distintas máquinas y debe asegurarse el cumplimiento, como mínimo, de los siguientes aspectos:

- Los cables usados en acometidas e instalaciones exteriores han de ser de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar; y para instalaciones interiores, de 300/500 V. Ambos aptos para servicios móviles.

- Asimismo, deben colocarse elevados si hay zonas encharcadas.

- Sus extremos han de estar dotados de las correspondientes petacas de conexión normalizadas, asegurando en todo momento su disponibilidad para evitar conexiones directas mediante hilos desnudos.

- En el caso de tener que realizar empalmes, éstos se tienen que realizar por una persona especializada, con elementos normalizados y asegurando unas condiciones de estanqueidad, como mínimo, iguales a las del propio conductor.

- La naturaleza y el espesor de los aislamientos deben estar en relación directa con el valor de la tensión correspondiente a la energía a conducir y con el ambiente.

- En el caso de deterioros del macarrón exterior de un cable debe evaluarse el daño y su posibilidad de reparación. De este modo:

    - Si es reparable, se ha de realizar con material auto vulcanizante o similar que asegure unas condiciones de estanqueidad, como mínimo, iguales a las del propio conductor.

    - Si las condiciones anteriores no fuesen posibles de cumplir, se tiene que proceder a la sustitución de la manguera eléctrica.

5.3.1.4 *Grupo electrógeno.*

En el caso de las obras de construcción, la instalación debe cumplir las normas que establece la ITC-BT-33 en las mismas condiciones que las instalaciones conectadas a la red general. Por lo tanto, deben disponer de, al menos, un conjunto para obras CO normalizado, un grado de protección IP 45 o superior para instalaciones a la intemperie, etc.

- Los grupos electrógenos, como máquinas que son, deben tener su correspondiente marcado CE y declaración CE de conformidad, así como manual de instrucciones del fabricante.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En general, los grupos electrógenos se han de instalar de forma que los elementos activos del mismo resulten inaccesibles para las personas no especializadas ni autorizadas para su manejo.

- El lugar de ubicación del grupo electrógeno tiene que estar perfectamente ventilado con el fin de evitar atmósferas tóxicas o explosivas. Se debe situar sobre una superficie nivelada, establece inmovilizada.

- El grupo electrógeno ha de estar puesto a tierra en su origen, lo mismo que la carcasa que también tiene que estar conectada a tierra. El neutro del secundario del grupo electrógeno debe estar puesto a tierra mediante una toma de tierra independiente del resto de la instalación eléctrica. En cualquier caso, se ha de tener en cuenta el manual de instrucciones del fabricante para localizar en el grupo electrógeno el punto de la conexión de la masa del mismo a tierra.

- El grupo electrógeno tiene que alimentar a un cuadro general o, preferiblemente, lo puede llevar integrado. Además del aparellaje de uso y protección de toda instalación eléctrica, debe disponer de:

    - Sistema de puesta a tierra de las masas de los receptores eléctricos que se usen, totalmente independiente eléctricamente de la/s puesta/s a tierra del grupo.

    - Sistema de protección diferencial acorde a la resistencia eléctrica de la puesta a tierra, con una sensibilidad de 30 mA.

- Toda reparación debe hacerse con la máquina parada y únicamente por personal especializado.



Grupo electrógeno



Dispositivo de parada de emergencia

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.3.1.5 Instalaciones a muy baja tensión.

Las tomas de corriente y prolongadores utilizados en estas instalaciones no deben ser intercambiables con otros elementos iguales utilizados en instalaciones a tensiones superiores a 50 V en corriente alterna o 75 V en corriente continua.

Las partes activas de los circuitos de MBTS no deben ser conectadas eléctricamente a tierra, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos diferentes.

5.3.1.6 Revisiones e inspecciones.

Se debe establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP) de las instalaciones eléctricas tanto fijas, como móviles, de una obra que, mediante una planificación de revisiones programadas, aseguren el correcto estado de la instalación, de los elementos que la conforman y de las puestas a tierra.

La puesta en práctica del PMP ha de ser realizada por un Instalador Autorizado que tiene que emitir el correspondiente Certificado de mantenimiento. Debe coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y el usuario las operaciones que impliquen la interrupción del suministro.

En el caso de que exista un peligro manifiesto, se ha de dar cuenta inmediatamente de ello al usuario y, en su caso, a la empresa suministradora, y se pondrá la circunstancia en conocimiento del Órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente en el plazo máximo de 24 horas (ITC-BT-03 – Instalador Autorizado en baja tensión).

5.3.1.7 Acciones sobre ejecución.

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe efectuarse sin tensión salvo en los casos que se indican a continuación:

- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de estas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En el caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido debe asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.3.1.8 Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.

CONSIDERACIONES GENERALES

Entre los requisitos generales para la realización de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones existen aspectos comunes a los requisitos que se aplican a los trabajos en tensión. En este sentido, antes de comenzar el trabajo es necesario estudiar una sistemática específica de ejecución que requiere la definición de la secuencia de operaciones a realizar por los trabajadores involucrados.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deben tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

El método de trabajo empleado, así como los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados han de asegurar la protección del trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección a utilizar frente los citados riesgos se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se deben elegir de entre los concebidos para tal fin teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio. Dichos equipos y materiales se han de utilizar, mantener y revisar siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se tienen que ajustar a la normativa específica que les sea de aplicación.

- Los trabajadores deben disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres. Asimismo, han de disponer de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La zona de trabajo tiene que señalizarse y delimitarse adecuadamente siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

- Entre las tareas y operaciones que se tratan en el presente apartado conviene distinguir las maniobras del resto de los trabajos (mediciones, ensayos y verificaciones):

A. MANIOBRAS:
   - Para realizar las maniobras locales, basta con ser trabajador autorizado a diferencia de lo establecido para la ejecución de trabajos en tensión, los cuales sólo pueden ser efectuados por trabajadores cualificados.

   - Para cada tipo de maniobra se debe elaborar una sistemática segura de ejecución que contemple lo siguiente:

     - La secuencia de operaciones a realizar.

     - Los equipos auxiliares y los equipos de protección individual requeridos.

     - Las comprobaciones previas de dichos equipos.

     - Los casos que pueden obligar a suspender la ejecución de la maniobra.

B. MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES:
   - Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de temperatura, de corrientes de fuga, etc., así como ensayos y verificaciones de aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.

   - Para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad se debe planificar un procedimiento que garantice su realización de manera segura. Por ejemplo, en principio, no sería necesario planificar un procedimiento para realizar medidas triviales de tensión o de intensidad en un sencillo circuito eléctrico en BT.

   - En general, este procedimiento ha de incluir, al menos, lo siguiente:

     - La delimitación y señalización de la zona de trabajo.

     - Los aspectos relacionados con la puesta a tierra.

     - La forma de utilizar los equipos de pruebas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Procedimientos generales de actuación para mediciones, ensayos y verificaciones

PROCEDIMIENTO	ACTUACIONES
Delimitación y señalización de la zona de trabajo.	▪ Cuando exista la posibilidad de que otras personas o trabajadores ajenos a las operaciones entren en la zona de trabajo es necesario proceder a la delimitación y señalización de dicha zona.
	▪ La delimitación puede efectuarse bien mediante la colocación de vallas o barreras que impidan el acceso a la zona de trabajo, o bien, por medio del uso de cintas o bandas con colores distintivos en cuyos soportes pueden colocarse señales de peligro y prohibición de acceder a la zona.
Aspectos relacionados con la puesta a tierra.	▪ En los procedimientos de ejecución de las pruebas (mediciones, ensayos y verificaciones) es necesario adoptar prácticas seguras para la puesta a tierra de los equipos utilizados en las citadas pruebas. En general, todas las partes conductoras accesibles al trabajador que realiza las operaciones deben ser conectadas a tierra durante el tiempo que dure su ejecución.
	▪ Todos los terminales o bornes puestos a tierra tanto de los equipos usados para realizar las pruebas, como de la instalación que va a ser objeto de ellas, deben ser tratados como elementos en tensión mientras no se compruebe que no lo están.
	▪ Antes de instalar la puesta a tierra es necesario aislar la instalación en pruebas desconectándola de toda fuente de alimentación y suprimiendo la tensión, de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 6.5.2 para trabajos sin tensión de la presente Sección PRL-IM5.
	▪ Se debe emplear una conexión de puesta a tierra común para los equipos usados en las pruebas y la parte de la instalación en pruebas.
	▪ En el caso de que se emplee algún vehículo en la zona de pruebas, su chasis ha de ser puesto a tierra. La protección contra las tensiones de contacto respecto al vehículo, panel de instrumentos y otras partes conductoras accesibles a los trabajadores, puede ser realizada mediante aislamientos adecuados o mediante una conexión equipotencial.
	▪ Una vez concluidos los trabajos, antes de levantar las restricciones para el libre acceso a la zona es preciso suprimir la tensión de la instalación en pruebas y dejar instalado un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito.
	▪ En el caso de que la instalación en pruebas posea condensadores de elevada capacidad, antes de instalar la puesta a tierra, estos condensadores deben ser descargados mediante un descargador que posea una resistencia dimensionada para la energía acumulada en los citados condensadores. A continuación, se ha de aplicar una puesta a tierra y en cortocircuito directamente conectada a los terminales de dichos condensadores cuando la energía almacenada en ellos caiga a un nivel en el que se pueda hacer esto de forma segura.
Utilización de los equipos de pruebas.	▪ Los terminales o elementos accesibles de los equipos de medida y demás instrumentos utilizados para realizar las pruebas deben estar aislados (por ejemplo, con manguitos aislantes) para proteger a los trabajadores de los riesgos derivados de las tensiones que pueden aparecer en los mismos durante dichas pruebas.
	▪ En general, se ha de evitar tender en la zona de pruebas los cables de los equipos utilizados en ellas, salvo que dichos cables dispongan de un apantallamiento o blindaje metálico (unido en sus extremos a conectores coaxiales apropiados de puesta a tierra), o bien, se utilicen otros sistemas que aseguren una protección equivalente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROCEDIMIENTO	ACTUACIONES
	▪ Por otra parte, en la medida de lo posible, se tienen que ordenar todos los cables de manera que se mantengan separados entre sí los de mando, los de fuerza y los de puesta a tierra.
	▪ En el caso de que los trabajadores deban permanecer en la zona de pruebas durante la ejecución de éstas en tensión, el jefe de trabajo o el responsable de su ejecución debe vigilar su desarrollo y disponer de un medio que le permita la desconexión inmediata de los circuitos de prueba en caso de emergencia.

C. SUPERVISIÓN DE LAS OPERACIONES:

Se debe asegurar el cumplimiento de la secuencia de operaciones de acuerdo con el procedimiento establecido. Entre otras cosas, se ha de comprobar que:

- El dispositivo de desconexión de la alimentación eléctrica para las pruebas está claramente identificado y es fácilmente accionable en caso de emergencia.
- Las tomas de tierra están claramente identificadas y en buen estado.
- El equipo de protección individual y los de protección auxiliar están en buen estado y se utilizan de forma correcta.
- Los sistemas de señalización y delimitación están correctamente instalados.

D. OTRAS PRECAUCIONES:

- Cuando se realizan pruebas de aislamiento en una instalación es necesario tener en cuenta que puede quedar cargada a la tensión suministrada por el equipo utilizado en las pruebas debido a las capacidades existentes tanto entre los conductores, como entre éstos y tierra. Aunque en la mayoría de los casos esta carga es muy pequeña, debe tomarse la precaución de proceder a su descarga una vez concluidas las operaciones mediante el procedimiento de puesta a tierra y en cortocircuito descrito en la tabla 6.3 anterior.
- Por otro lado, los trabajadores no han de entrar en lugares donde existan elementos accesibles en tensión si no se dispone de una iluminación adecuada que permita realizar su trabajo de forma segura.
- Para realizar las pruebas en condiciones de seguridad, es necesario disponer de unos niveles de iluminación en la zona de trabajo acordes con las exigencias visuales de la tarea y libre de deslumbramientos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cuando las medidas, ensayos o verificaciones hayan de ser realizadas al aire libre, el procedimiento de ejecución tiene que especificar las circunstancias que determinan la suspensión de los trabajos por poner en peligro la seguridad de los trabajadores, tales como, por ejemplo, la existencia de tormenta, viento o lluvia.

- En todo caso, si durante la realización de las maniobras, mediciones, ensayos o verificaciones tuvieran que ocuparse o pudieran invadirse accidentalmente las zonas de peligro de elementos en tensión circundantes, se debe aplicar lo establecido en el Anexo III para trabajos en tensión o lo establecido en el Anexo V para los trabajos en proximidad del Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

CONSIDERACIONES PARTICULARES:

Las consideraciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de intervención se deben tener en cuenta de forma complementaria a las indicadas en las consideraciones generales anteriores, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

Procedimientos complementarios de actuación para maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones:

MANIOBRAS LOCALES.	**Consideraciones particulares:**
	▪ El método de trabajo empleado debe prever tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas (apertura de seccionadores en carga o cierre de seccionadores en cortocircuito).
	▪ Para la protección frente a los riesgos de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no es obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.
	▪ Para las maniobras locales realizadas mediante interruptores o seccionadores se ha de tener en cuenta lo siguiente:
	  ▪ Seccionadores: pueden abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas.
	  ▪ Interruptores: son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, comprendidas circunstancialmente las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio.
	▪ Los errores más previsibles en las maniobras realizadas con seccionadores e interruptores se relacionan con dichas limitaciones: apertura o cierre de un seccionador con cargas conectadas y cierre de seccionadores o interruptores con la instalación en cortocircuito. En estos casos, se producirán arcos eléctricos o explosiones que pueden dar lugar a la emisión de radiaciones intensas, proyección de partículas incandescentes y ondas de choque, a las que podría verse expuesto el

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	trabajador.
	Medidas preventivas: ▪ Dentro de las posibles maniobras realizables en las instalaciones eléctricas, las efectuadas mediante aparatos de conexión deben llevarse a cabo teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones de los distintos aparatos. ▪ Instalar dispositivos automáticos de enclavamiento que impidan la apertura del seccionador con carga. ▪ Instalar resguardos entre el aparato de maniobra y el dispositivo de accionamiento manual de manera que, si se produce el arco o la explosión del aparato, se impida que las proyecciones o la onda de choque afecten al operador. ▪ Instalar sistemas de accionamiento a distancia en los interruptores automáticos (o que conlleve la existencia de paredes de separación entre el trabajador y el aparato), lo cual evita todo riesgo para el trabajador. ▪ En los seccionadores de puesta a tierra y en cortocircuito, instalar dispositivos de enclavamiento automático que impidan su accionamiento antes de haber ▪ desconectado la fuente de tensión. .
MEDICIONES ENSAYOS Y VERIFICACIONES	**Consideraciones particulares:** ▪ En los casos en los que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se debe tomar las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma. ▪ Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se ha de tomar precauciones para asegurar que: ▪ La instalación no pueda ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista. ▪ Los puntos de corte tengan un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro. ▪ Las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, ▪ cortocircuito o arco eléctrico se adecúan al nivel de tensión utilizado.
	Medidas preventivas: ▪ Esta eventualidad debe estar prevista en el procedimiento de ejecución, de manera que se adopten las medidas oportunas tales como, por ejemplo, trabajar mediante un método de «trabajo en tensión» durante el período de tiempo que dure la desconexión de la toma de tierra. ▪ De la misma forma, en la planificación del trabajo se ha de tener en cuenta las demás eventualidades. ▪ Se debe asegurar, especialmente, que el aislamiento existente entre los puntos de corte sea capaz de resistir una eventual aplicación simultánea de tensiones: las de servicio por un lado y las de ensayo por otro, dado que la combinación de dichas tensiones podría llegar a someter al dispositivo a una diferencia de potencial mayor de la que está preparado para soportar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.3.1.9 Trabajos sin tensión.

CONSIDERACIONES GENERALES:

Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», así como la reposición posterior de la misma al finalizarlo, las deben realizar trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, han de ser trabajadores cualificados.

SUPRESIÓN DE LA TENSIÓN:

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se debe seguir el proceso que se describe a continuación, el cual se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- 1ª Desconectar.
- 2ª Prevenir cualquier posible realimentación.
- 3ª Verificar la ausencia de tensión.
- 4ª Poner a tierra y en cortocircuito.
- 5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas anteriores no puede autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se debe considerar en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa puede considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SIN TENSIÓN:

PROCEDIMIENTO	ACTUACIONES
Desconexión	▪ La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación.
	▪ El aislamiento ha de estar constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.
	▪ Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deben descargarse mediante dispositivos adecuados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROCEDIMIENTO	ACTUACIONES
Prevenir cualquier posible realimentación.	▪ Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y ha de colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se tienen que adoptar medidas de protección equivalentes. En el caso de utilizar dispositivos telemandados debe impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.
	▪ Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta debe desactivarse o ha de actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.
Verificar la ausencia de tensión.	▪ La ausencia de tensión debe verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión ha de comprobarse antes y después de dicha verificación.
	▪ Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se tienen que utilizar dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o emplear otros métodos siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.
	▪ Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión han de ser de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

Poner a tierra y en cortocircuito.	▪ Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:
	  ▪ En las instalaciones de alta tensión.
	  ▪ En las instalaciones de baja tensión que, por inducción o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

	▪ Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra y han de ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra tienen que colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.
	▪ Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deben tomarse medidas de protección tales como, por ejemplo, efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo antes de proceder al corte o conexión de estos conductores. ▪ Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deben ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan. ▪ Se han de tomar precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se deben adoptar medidas preventivas apropiadas adicionales ▪ Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROCEDIMIENTO	ACTUACIONES
	instalación tienen que ser de accionamiento seguro y su posición en el telemando ha de estar claramente indicada
Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.	▪ Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deben adoptarse medidas de protección adicionales, las cuales se han de aplicar antes de iniciar el trabajo según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 del Real Decreto 614/2001.

5.3.1.10 trabajos en tensión

CONSIDERACIONES GENERALES:

Los trabajos en tensión deben ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deben realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado, así como los equipos y materiales utilizados, deben asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

- Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
    - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
        - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc).
        - Las pértigas aislantes.
        - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
        - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)
- Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
- Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
- Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.

- Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar. Por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

METODO DE TRABAJO EN CONTACTO:

Este método, que requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión. Para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado conforme a las normas técnicas que les sean de aplicación.

En el método de trabajo en contacto las protecciones aislantes cumplen la misma función que en el método de trabajo a distancia: recubrimiento de conductores y elementos activos, herrajes, aparatos, etc., con los cuales el trabajador pueda entrar en contacto de forma accidental.

Cuando el trabajo se lleve a cabo en instalaciones de baja tensión, las principales precauciones que deben ser adoptadas son las siguientes:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.3.1.11 Equipos de protección individual.

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Contacto eléctrico.	Instalador.		Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico. Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea). Casco aislante con barboquejo. Calzado aislante.

5.3.1.12 Formación e información

Los trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas deben acreditar una formación y capacitación específica al tipo concreto de trabajo que realicen, además de un nivel de formación en prevención de riesgos laborales adecuado a la normativa vigente y a su puesto de trabajo.

El trabajo en tensión solamente pueden realizarlo trabajadores cualificados especialmente entrenados para ello y utilizando tanto equipos y materiales, como métodos y procedimientos de trabajo, que aseguren su protección frente al riesgo eléctrico de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo III del Real Decreto 614/2001.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las deben realizar trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, han de ser trabajadores cualificados.

Formación/cualificación mínima que deben poseer los trabajadores según el **Real Decreto 614/2001**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TIPO DE TRABAJADOR	DEFINICIÓN	OPERACIONES QUE PUEDEN REALIZAR
Trabajador autorizado	▪ Trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto. ▪ La formación (teórica y práctica) requerida por un «trabajador autorizado» debe capacitarle para realizar de forma correcta los trabajos que vaya a realizar.	▪ Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión las instalaciones de baja tensión, conforme a los procedimientos establecidos en el Anexo II de este Real Decreto (“Trabajos sin tensión”). ▪ La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión, en las condiciones señaladas en la letra C) del Anexo III de este Real Decreto (“Disposiciones particulares”). ▪ Las maniobras en alta y baja tensión, de acuerdo con lo establecido en el Anexo IV de este Real Decreto (“Maniobras, mediciones y ensayos”). ▪ Las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de baja tensión, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el citado Anexo IV. ▪ Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión), de acuerdo con lo establecido en el Anexo V de este Real Decreto (“Trabajos en proximidad”). ▪ La determinación de la viabilidad de realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión en baja tensión, según lo establecido en el citado Anexo V. ▪ La vigilancia del cumplimiento de las medidas de seguridad en los trabajos en proximidad, de acuerdo con lo establecido en el citado Anexo V. ▪ Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio, de acuerdo con lo contemplado en el Anexo VI de este Real Decreto (“Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. Electricidad estática”).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TIPO DE TRABAJADOR	DEFINICIÓN	OPERACIONES QUE PUEDEN REALIZAR
Trabajador cualificado	▪ Trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años. ▪ Esta definición engloba a la anterior: un «trabajador cualificado» debe ser siempre un «trabajador autorizado». Esto significa que un trabajador no puede realizar un trabajo con riesgo eléctrico, aunque tenga conocimientos o formación en materia de instalaciones eléctricas, si no ha sido previamente autorizado para ello por el empresario. ▪ En cuanto a la «experiencia certificada», debe ser la empresa o empresas en las que el trabajador ha desarrollado los trabajos con instalaciones eléctricas las que emitan los certificados correspondientes. En el certificado debería indicarse el tipo concreto de instalación o instalaciones en las que el trabajador desarrollaba	▪ Trabajos de mayor peligrosidad tales como, por ejemplo: trabajos en alta tensión. ▪ Los trabajos en tensión, siguiendo un procedimiento previamente estudiado. ▪ Trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil por su orografía, confinamiento u otras circunstancias. Estos trabajos deben realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Cuadro resumen de operaciones según formación/capacitación mínima de los trabajadores

	TRABAJOS SIN TENSIÓN		TRABAJOS EN TENSIÓN		MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES		TRABAJOS EN PROXIMIDAD	
Operaciones	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reposición de fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C+AE	C	C o	A	C	A o

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	TRABAJOS SIN TENSIÓN		TRABAJOS EN TENSIÓN	MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES		PROXIMIDAD	
			(con vigilancia de un jefe de trabajo)	(a distancia)	C auxiliado por A		T vigilado por A
T= CUALQUIER TRABAJADOR **A= TRABAJADOR AUTORIZADO** **C= TRABAJADOR CUALIFICADO** **C+AE= CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO**			▪ Los trabajos con riesgo eléctrico en AT no pueden ser realizados por trabajadores de una empresa de trabajo temporal (Real Decreto 216/1999). ▪ La realización de las distintas actividades contempladas se debe llevar a cabo según lo establecido en las disposiciones del Real Decreto 614/2001.				

5.4 TRABAJOS DE REPLANTEO

Una vez colocada la señalización de obra se comenzarán los trabajos de ejecución. En este apartado se contemplan los riesgos y medidas preventivas de la actividad de replanteo y topografía de apoyo a cada fase de obra.

5.4.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tránsito y cruce de calles. ▪ Tropiezos con señales, conos y otros elementos de señalización ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. ▪ Suelos con resaltes o zanjas de obra
Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.	▪ Durante la realización de los trabajos en calles abiertas al tráfico con circulación de vehículos. ▪ Realizar trabajos de topografía que implican disponer de puntos de referencia en espacios externos a la zona acotada de obra. ▪ Por disminución de la visibilidad en la calzada debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc) ▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulas por las carreteras afectadas por las obras.
Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.	▪ Caída de materiales al abrir el furgón por el desplazamiento de las cargas dentro del furgón durante la circulación de éste. ▪ Durante la elevación y manipulación de cargas
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales. ▪ Colocación de estacas de referencia
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos. ▪ Proyecciones de fresado

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
	▪ Polvo
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo en las calles
Inhalación de polvo	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Polvo del fresado
Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.	▪ Trabajos en proximidad a vehículos que desprenden gases de combustión. ▪ Humos de asfalto
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos. ▪ Operadores de maquinaria y conductores
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Manipulación manual de cargas: postes, vallas metálicas, paneles de señalización,
Contacto eléctrico directo e indirectos	▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Bipedestación mantenida durante los trabajos de topografía ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para el marcado de los puntos topográficos
Agresiones de animales	▪ Presencia de animales sueltos
Existencia de aguas estancadas o sépticas	▪ Rotura de canalizaciones durante la ejecución de los trabajos de obra

Esta actividad se realiza desde el inicio de la obra hasta su final. Comprende todas las labores, que un equipo de topografía especializado, formado por Topógrafos y ayudantes, realiza para dejar datos físicos y medidas referenciadas en el terreno, definiendo por medio de los replanteos, todos los datos geométricos, para poder realizar las actividades y elementos constructivos que componen la obra. Cuando exista riesgo de atropello para el personal de topografía, se procederá a cortar la circulación, y en caso necesario a realizar los trabajos con el apoyo de un señalista.

Los topógrafos se verán expuestos a los riesgos de las fases de obra que se estén ejecutando en cada momento

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos. Se trabajará en zonas con todas las protecciones colectivas instaladas.

Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.

Para la realización de comprobaciones o tomas y materialización de datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se accederá siempre por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares y escaleras fijas.

Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, han de llevarse a cabo con arnés de sujeción anclado a puntos fijos de las estructuras, si no existen protecciones colectivas.

Debe evitarse la estancia durante los replanteos en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.

Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se utilizarán guantes y punteros con protector de golpes en manos. Se hará uso de gafas para evitar proyecciones de materiales

Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos. Se usarán gafas anti proyecciones durante estas operaciones.

En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.

Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos eléctricos directos o indirectos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.

Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y con el apoyo de señalistas, así como con señalización de obras, si corresponde.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad. Cuando el vehículo de obra no sea estacionado correctamente, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas, además de señalizarse y balizarse.

Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

En todos los trabajos que se realicen en altura, así como en comprobaciones o replanteos de estructuras y obras de fábrica, tendrá que accederse por las escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como andamios tubulares con descansillos y barandas o plataformas elevadoras.

No se procederá a realizar las labores de replanteo sin haber instalado las protecciones colectivas correspondientes para salvar huecos y desniveles.

Será obligatorio el uso del casco de seguridad en caso de que exista riesgo de caída de objetos

Se prohíbe la entrada en zanjas y otras excavaciones sin entibación o talud adecuado (en caso de más de 1,30 m de profundidad), o que presente riesgo de desprendimientos o caída de materiales.

No se transitará bajo cargas suspendidas, ni junto al radio de acción de máquinas o vehículos.

En vías se colocará la señalización vial, balizamiento, vallado y defensa necesario para garantizar la seguridad durante las labores de topografía. En caso necesario se trabajará de cara al tráfico, se parará el mismo el tiempo necesario o se colocarán señalistas.

Se colocarán setas de protección en los tochos.

Nunca se sobrepasará la señalización o protecciones colectivas sin haber implantado anteriormente medidas de seguridad complementarias y haberlo comunicado al recurso preventivo de la obra

Todos los tochos y marcas que se dejen en el terreno para indicar los puntos topográficos se colocarán de forma visible para evitar tropiezos, y en caso de ser con tochos metálicos se colocaran setas de protección sobre ellos.

5.4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Atropellos, choques, colisiones, golpes o aplastamientos por maquinaria y vehículos.	General.	Chaleco reflectante.	Ropa Alta visibilidad
Golpes, atrapamientos, punzonamientos o cortes.	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero.	
Proyección de partículas.	Operadores de herramientas manuales y maquinaria portátil.		Gafas anti-proyecciones.
Presencia de agua.	General.		Botas impermeables con puntera y plantilla, ropa impermeable de alta visibilidad.
Exposición/contacto con aguas residuales o estancadas, fosa séptica, etc.	General.		Botas impermeables con puntera y plantilla, ropa impermeable alta visibilidad, guantes de goma o PVC, mascarilla de protección respiratoria.
Ambiente pulvígeno.	General.		Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.
Ruido.	General.		Protector auditivo.
Exposición a agentes biológicos y químicos.	Terrenos contaminados, equipos con motores de combustión.		Protección corporal y respiratoria frente a agentes biológicos / químicos.

5.5 DEMOLICIONES

Engloba todas las construcciones, obras de fábrica, etc., que obstaculicen la obra, incluyendo la carga en camión o acopia intermedio para su posterior transporte a vertedero.

Para la demolición se utilizarán principalmente una retroexcavadora con martillo acoplado, o martillo neumático y herramientas manuales.

El material procedente de la demolición se retirará a medida que se genera será cargado en camión o contenedor de obra mediante pala cargadora para su traslado a vertedero.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.5.1 RIESGOS LABORALES

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.
Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.	▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos con circulación de vehículos. ▪ Por disminución de la visibilidad (nieblas, lluvias, etc.) ▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan ▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte o demoliciones
Vuelco o caída de vehículos.	▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este. ▪ Carga y descarga de materiales ▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro.
Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.	▪ Incorrecto apilamiento / amarre de material durante la descarga. ▪ Caída de materiales por maniobrar con viento o por fallo de sistemas de amarre.
Caída de materiales	▪ Desprendimientos de materiales en demoliciones, o durante su transporte
Derrumbamiento de acopios	▪ Materiales acopiados procedente de la demolición, incorrectamente depositado sobre el contendedor o superficie de acopio.
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales (radial, grupo electrógeno…) y máquinas (pisón)
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos. ▪ De proyecciones durante la demolición
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo.
Inhalación de polvo y gases	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente de las demoliciones ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Incendios y explosiones	▪ Por el uso de maquinaria y herramienta de mano cercanas a parques y jardines. ▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo ▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente. ▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
	▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Trabajos manipulados, uso de martillo compresor. ▪ Posturas forzadas ▪ Trabajos de rodillas
Contacto eléctrico directo e indirecto	▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio ▪ Uso de herramientas eléctricas, vibradores y manipulado de hormigón húmedo
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material
Vibraciones	▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria. ▪ Vibradores de hormigón

5.5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Actuaciones con Servicios afectados se atenderá a lo descrito en el punto 4.2. del Estudio de Seguridad

Se señalizarán y acotarán las zonas de trabajo para evitar la entrada de personas ajenas a los trabajos, así como las zonas de circulación de los vehículos y maquinaria.

Antes de la demolición, se realizará una visita previa de reconocimiento para conocer al detalle la zona a demoler.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados por la demolición.

Se realizarán riegos para prevención del polvo.

La carga de los camiones y contenedores será la adecuada para evitar caída de objetos durante el transporte.

Antes del comienzo de los trabajos se consultará con los organismos y compañías de suministro para conocer en detalle la posible existencia de servicios que se pudieran afectar, tomándose, en su caso, las medidas necesarias para la eliminación de riesgos.

Toda la maquinaria empleada mantendrá la distancia de seguridad a las posibles líneas eléctricas existentes, designando la empresa contratista principal a un encargado de comprobar dichas distancias.

Se establecerán zonas de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar para el acopio de materiales, teniendo en cuenta que los productos inflamables y combustibles, queden en un lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se señalarán oportunamente los accesos y recorrido de los vehículos en entradas o salidas a carreteras u otras vías.

Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas, en la correcta ejecución de maniobras, e impedirá la proximidad de personas ajenas a los trabajos.

Todo vehículo o maquinaria de movimiento de tierras dispondrá de avisador acústico de marcha atrás y rotativo

Durante el trabajo de máquinas giratorias, no podrá haber nadie en su radio de acción.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo en perfectas condiciones de limpieza y orden.

No se realizarán con palancas el derribo manual.

Nunca se demolerá con una iluminación menor de los 250 Lux.

Se impedirá el acceso a los tajos al personal no autorizado, mediante barreras y señalizaciones.

Al finalizar la jornada de trabajo no quedarán elementos que presenten dudas sobre su estabilidad.

Se mantendrá el orden y la limpieza en la zona de trabajo

La maquinaria eléctrica estará protegida y poseerá interruptor con toma de tierra diferencial.

El personal que trabaje en esta actividad será informado de los riesgos inherentes a la misma y de los riesgos generales de obra, antes del inicio de los trabajos

5.5.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Atropellos	General.	Ropa de Alta visibilidad y reflectante	
Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad. Casco	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Proyección de partículas.	Salpicadura de gravilla		Gafas anti-proyecciones.
Inhalación de polvo.	General.	Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.	
Ruido.	Maquinaria y circulación de vehículos		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.	Transporte y manipulado de barrera		Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual
Vibraciones			Faja lumbar
Contacto con sustancias irritantes	Contacto con hormigón	Guantes	

5.6 DESPEJE Y DESBROCE

Consiste en el despeje, desbroce y limpieza del terreno por medios mecánicos y transporte de material sobrante a vertedero o a lugar de empleo (materiales procedentes del desbroce se transportan a los vertederos considerados o bien se acopiarán en caso de que fuera necesario su posterior reutilización).

5.6.1 RIESGOS LABORALES

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.
Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.	▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos con circulación de vehículos. ▪ Por disminución de la visibilidad (nieblas, lluvias, etc.) ▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan ▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte o demoliciones
Vuelco o caída de vehículos.	▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este. ▪ Carga y descarga de materiales ▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro.
Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.	▪ Incorrecto apilamiento / amarre de material durante la descarga. ▪ Caída de materiales por maniobrar con viento o por fallo de sistemas de amarre.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caída de materiales	▪ Desprendimientos de materiales durante la ejecución, o durante su transporte
Derrumbamiento de acopios	▪ Materiales acopiados incorrectamente sobre el contendedor o superficie de acopio.
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales y máquinas
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente con el tránsito de los vehículos. ▪ De proyecciones durante la ejecución de los trabajos.
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo.
Inhalación de polvo y gases	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente del desbroce. ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Incendios y explosiones	▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo ▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente. ▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos
Contacto eléctrico directo e indirecto	▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio ▪ Uso de herramientas eléctricas.
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material
Vibraciones	▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria.

5.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Actuaciones con Servicios afectados se atenderá a lo descrito en el punto 4.2. del Estudio de Seguridad.

En la zona donde se realicen los trabajos solo permanecerá el personal que los lleve a cabo, informando al resto de trabajadores de la prohibición de transitar por estos tajos. Para delimitar el área de trabajo se balizará con la suficiente amplitud para comprender una zona de seguridad, en previsión de que fragmentos o el radio de acción de las maquinas pudieran ocasionar riesgos en espacios mayores.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para prevenir los riesgos que se pudieran ocasionar a terceras personas ajenas a la obra se colorará la señalización vial necesaria y un operario advertirá la presencia de estos trabajos (a los peatones y vehículos) e indicará los itinerarios a seguir.

Se ordenará la circulación del tráfico dentro de la obra, mediante el balizamiento y señalización vial necesaria, estableciendo pasos seguros para los operarios que transiten a pie.

El personal que maneje la maquinaria será especialista en su uso y contara con el permiso de conducir de la categoría correspondiente. Además, seguirá las normas que se incorporan en este Estudio de Seguridad y Salud para cada una de las maquinas.

Los lugares en los que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles, postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jabalcones.

Una vez que se haya verificado que se han cumplido las normas anteriores, que se han colocado las protecciones colectivas, que los trabajadores llevan colocados los equipos de protección individual necesarios, que la señalización se encuentra correctamente colocada y que la maquinaria a emplear cumple con la normativa legalmente establecida y las normas que se indican en este Estudio de Seguridad, podrá autorizar el comienzo de estos trabajos.

Los productos del desbroce se conducirán al lugar de carga mediante el empleo de medios mecánicos o manuales, evitando arrojar estos productos. Los mismos serán evacuados tan pronto como sea posible y, en el caso de tener que evacuarlos en días sucesivos, serán amontonados en aquellos lugares más adecuados advirtiendo su presencia.

En invierno se dispondrá arena y sal gorda sobre los charcos susceptibles de heladas y en verano se procederá al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda.

Los elementos inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.

Los operarios de las máquinas deberán mirar alrededor para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado y verificar que se ha llevado a cabo el mantenimiento necesario de ésta.

Se colocarán topes de final de recorrido para los camiones.

5.6.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Atropellos	General.	Ropa de Alta visibilidad y reflectante	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad. Casco	
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Proyección de partículas.	Salpicadura de gravilla		Gafas anti-proyecciones.
Inhalación de polvo.	General.	Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.	
Ruido.	Maquinaria y circulación de vehículos		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.	Transporte y manipulado de tierra		Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual
Vibraciones			Faja lumbar
Contacto con sustancias irritantes	Contacto con plantas.	Guantes	

5.7 TERRAPLENES Y DESMONTES

En esta unidad se incluye la ejecución de desmontes y terraplén que se realicen para el correcto acondicionamiento y nivelación del terreno para el montaje de las estructuras y la construcción de los viales, tanto interno como de acceso a la planta.

5.7.1 RIESGOS LABORALES

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.	▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos con circulación de vehículos. ▪ Por disminución de la visibilidad (nieblas, lluvias, etc.) ▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan ▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte o demoliciones
Vuelco o caída de vehículos.	▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este. ▪ Carga y descarga de materiales ▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caída de materiales	▪ Desprendimientos de materiales durante la ejecución, o durante su transporte
Derrumbamiento de acopios	▪ Materiales acopiados incorrectamente sobre el contendedor o superficie de acopio.
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales y máquinas
Inhalación de polvo y gases	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente de los movimientos de tierras. ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Incendios y explosiones	▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo ▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente. ▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos
Contacto eléctrico directo e indirecto	▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio ▪ Uso de herramientas eléctricas
Vibraciones	▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria.

5.7.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Previamente al inicio de los trabajos deben definirse los itinerarios para vehículos y maquinaria, así como procederse a su señalización, tratando de evitar cruces y recorridos por las vías públicas.

La circulación de vehículos se realizará respetando una distancia de seguridad de aproximadamente 3 metros respecto al borde de la excavación. En condiciones de tráfico en caminos estrechos sin posibilidad de ensanchamiento, se ordenará el tráfico de manera que los vehículos cargados circulen pegados al talud y los vacíos al terraplén.

En condiciones de elevada generación de polvo en los caminos de acceso a los tajos, con el consiguiente posible efecto de reducción de la visibilidad para los vehículos tanto con personas como con materiales, se valorará por parte del Jefe de Obra y de la Coordinación de Seguridad y Salud la necesidad de riegos periódicos.

En el caso de que sea necesaria la realización de trabajos simultáneos de trabajadores y maquinaria en un tajo de excavación será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo designado en el centro de trabajo.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas, señalizándose o balizándose según las necesidades. Se debe evitar la acumulación de objetos y material a una distancia inferior a 2 metros del borde de una excavación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Antes de iniciar el trabajo de excavación se deberán retirar los árboles, grandes piedras y otros obstáculos susceptibles de caída o desprendimiento.

Los taludes deben ser revisadas de manera continua, y especialmente en circunstancias de lluvia intensa con encharcamiento, tras situaciones de desprendimiento de material y tras la realización de voladuras, por parte del Encargado, saneándose si se estima necesario.

Los frentes de excavación y los bordes y taludes de los terraplenes se sanearán convenientemente, prestando especial atención en el caso de trabajos de excavación en roca.

Se debe asegurar la estabilidad de las escombreras.

Se adoptarán las medidas oportunas para minimizar la presencia de agua en las excavaciones.

El personal que maneje la maquinaria estará específicamente "autorizado" por su empresario sobre la base de disponer de suficiente capacitación y de formación específica en relación a los riesgos derivados de su uso tanto para el operador como para otros trabajadores en proximidad.

En proximidad a los equipos de trabajo, así como sobre los mismos, sólo permanecerán los trabajadores estrictamente necesarios y dotados de chaleco de alta visibilidad. El operador de cada máquina deberá, más allá de la señalización acústica previa a cada maniobra, verificar continuamente la no presencia de trabajadores en el sentido de la marcha de estos o en su zona de posible influencia (entorno de máquina, caja del camión, …).

El operador de la maquinaria deberá trabajar siempre asegurándose una óptima visibilidad de la zona de trabajo, debiendo solicitar el auxilio de un señalista cuando los estime necesario. Este se colocará de tal manera que esté siempre a la vista del maquinista.

Durante las operaciones de carga de un camión "bañera", éste deberá frenarse y, si se estima necesario por parte del operador, calzarse. Previamente a la carga el palista verificará que no hay ningún trabajador en la caja, procediendo luego a la carga que se realizará de tal manera que no se el borde de esta y la capacidad de carga máxima del camión. El cazo de la retroexcavadora no deberá pasar por encima de la cabina del camión.

Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente. El levantamiento de la caja de un camión "bañera" se realizará siempre sobre terreno perfectamente horizontal. Está terminantemente prohibido:

- La innecesaria presencia de trabajadores en proximidad a máquinas trabajando.
- La innecesaria presencia de trabajadores bajo materiales susceptibles de desprendimiento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Trabajar en condiciones de iluminación deficiente o en zonas con muy encharcadas (debe realizarse previamente el achique del agua acumulada).
- La acumulación de objetos y materiales en los bordes de excavación.
- Situarse sobre las máquinas fuera de los puestos o plataformas definidos para tal fin.
- La utilización, así como la realización de operaciones de mantenimiento de la maquinaria sin estar "autorizado" sobre la base de disponer de suficiente capacitación y de formación específica en relación a los riesgos derivados.
- Circular a excesiva velocidad (según la señalización establecida en obra).
- Abandonar una máquina funcionando.
- Abandonar una retroexcavadora una vez parada con el cazo en altura (suspendido).
- La sobrecarga de los camiones por encima del borde de las "bañeras".
- El desplazamiento de los camiones con la caja levantada.
- Puentear la señalización acústica o luminosa de la maquinaria.
- Fumar durante las operaciones de reportaje de combustible en máquinas.
- Descansar junto a la maquinaria durante las pausas.

La maquinaria debe disponer de marcado CE y escaleras de acceso, cabina cerrada, resguardos de partes móviles, señalización acústica y luminosa, placas informativas, extintor.

Se colocarán pórticos de limitación de alturas para asegurar el mantenimiento de las distancias de seguridad en caso de posible interferencia con líneas aéreas

5.7.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Atropellos	General.	Ropa de Alta visibilidad y reflectante	
Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas,	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad. Casco	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
desprendimiento de materiales			
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Proyección de partículas.	Salpicadura de tierra		Gafas anti-proyecciones.
Inhalación de polvo.	General.	Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.	
Ruido.	Maquinaria y circulación de vehículos		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Vibraciones			Faja lumbar

5.8 EXCAVACIONES, RELLENOS Y COMPACTACIÓN DE TIERRAS.

Comprende las obras de ejecución de zanjas para cámaras de registro, instalación de tubos para conducciones, relleno y compactación de zanjas, transporte de tierras a vertedero, acopios, y otras obras complementarias, como la ejecución de los viales internos y de acceso a la planta.

Los trabajos de relleno se corresponden con el vertido y extensión de tierras y arena procedentes de excavaciones o préstamos, que se realiza normalmente utilizando medios mecánicos en el interior de las excavaciones realizadas.

La ejecución de rellenos se realizará mediante la aportación de material traído en camión o dumpers, si es de aportación, o bien con la ayuda de retroexcavadora, si se encontraba en las proximidades de la obra.

El material será colocado en tongadas, controlando la calidad del material y la humedad, de modo que obtengamos la compactación fijada en proyecto.

También incluye la ejecución de la red de drenaje interior, que consistirá en la ejecución de una serie de cunetas. Las cunetas se ejecutarán excavando el terreno con maquinaria propia del movimiento de tierras (retroexcavadora, retroexcavadora mixta…).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.8.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS.

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. ▪ Presencia de pequeñas zanjas
Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.	▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos en vás con circulación de vehículos. ▪ Por disminución de la visibilidad en la calzada debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc.) ▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan por las calles afectadas por las obras. ▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte, compactado o demoliciones.
Vuelco o caída de vehículos.	▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este. ▪ Carga y descarga de materiales ▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro ▪ Al bascular la carga de camiones o dumper.
Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.	▪ Caída de materiales por exceso de carga en los camiones o con los equipos de trabajo (pala, minicargadora, mixta etc.). ▪ Equipos de compactación y movimiento de tierras
Caída de materiales	▪ Desprendimientos de materiales en la carga de estos a los camiones, o durante su transporte.
Derrumbamiento de acopios	▪ Materiales acopiados procedente de las excavaciones, incorrectamente depositado sobre el contendedor o superficie de acopio. ▪ Vertido de tierras
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales (radial, grupo electrógeno…) y máquinas (pisón) ▪ Por falta de distancias de seguridad a la maquinaria de movimiento y compactado de tierras
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos. ▪ De proyecciones durante la excavación o movimiento de tierras, de forma manual o mecánica.
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo en las calles
Inhalación de polvo y gases	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente de las demoliciones y vertidos de tierras ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Incendios y explosiones	▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo ▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente. ▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Posturas forzadas ▪ Trabajos de rodillas ▪ Manipulación de herramientas manuales
Contacto eléctrico directo e indirecto	▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio ▪ Uso de equipos eléctricos
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material
Vibraciones	▪ Procedentes de las herramientas eléctricas, compresores y maquinaria.
Agresiones de animales	▪ Presencia de animales sueltos

5.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Actuaciones con Servicios afectados se atenderá a lo descrito en el punto 4.2. del Estudio de Seguridad

Se señalizarán y acotarán las zonas de trabajo para evitar la entrada de personas ajenas a los trabajos, así como las zonas de circulación de los vehículos y maquinaria.

Métodos de retirada periódica de materiales y escombros de la zona de trabajo. Las tierras extraídas no se acopiarán, se retirarán mediante dúmper, o se depositarán directamente en contendores para su retirada.

Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para determinar las características del terreno se realizará un estudio geotécnico que formará parte del proyecto. Tomando como base la información obtenida en dicho estudio se aplicarán las medidas preventivas necesarias. Si por el contrario no se ha establecido la obligatoriedad de realizar un estudio geotécnico, bien porque la obra carece de proyecto o por cualquier otro motivo, se tomará el caso más desfavorable para el diseño de las medidas preventivas.

Las características de la entibación, sus dimensiones y las separaciones de los elementos que la componen, vendrán definidas en el proyecto y en su ausencia en las normas UNE-EN 13331-1 y 2.

Los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgos las cargas a que sean sometidos.

El fabricante del sistema de entibación debe declarar todas las configuraciones posibles, así como sus medidas y las resistencias características de los sistemas cuando se montan los elementos en su posición más desfavorable.

El fabricante o suministrador debe presentar:

- Manual de instrucciones, disponible en el idioma del país en el que se va a utilizar el sistema de entibación, mostrando un contenido básico reflejado en la normativa vigente.
- Marcado de informaciones en los paneles, dispositivos de sostenimiento, correderas, travesaños (excepto en sistemas de sujeción de tipo integrado).
- Declaración de conformidad según normas EN 13331 - Sistemas de entibación de zanjas.
- Evaluación de conformidad, con características técnicas y materiales, además del cálculo de cada elemento con los oportunos planos de fabricación. El equipo debe evaluarse según norma, para verificar su conformidad con dicha norma y la información facilitada. La evaluación debe realizarse en las condiciones más desfavorables del manual de instrucciones, obligatorio con cada sistema de entibación.
- Sistemas de protección de borde acordes con su producto según normas EN 13374 – Sistemas provisionales de protección de borde.

Existencia y situación de edificios próximos; profundidad y afección por la obra. Medidas a disponer: apeos, apuntalamientos de fachadas, testigos de movimientos de fisuras, etc.

Se prohibirá expresamente el apilado de materiales en zona de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Todo el personal que maneje los camiones y dúmper será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa

Todos los vehículos serán revisados periódicamente (según criterio) en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

Se cumplirán los requisitos exigidos para cada tipo de máquina a utilizar.

Todos los equipos deberán emplearse para los usos y conforme a las instrucciones de manejo de sus respectivos fabricantes. Todos los operadores de la maquinaria empleada dispondrán de formación adecuada y específica y autorización del manejo de la maquinaría.

Siempre que el compactador inicie un movimiento el trabajador responsable del equipo mirara que no hay personal en sus inmediaciones que pueda ser arrollado. El movimiento de los equipos de compactación se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

No se abandonará el pisón o el compactador en funcionamiento. Durante la utilización del pisón se evitará aproximarse al mismo para evitar el aplastamiento de las extremidades inferiores. El pisón se sujetará fuertemente con las dos manos.

Durante los trabajos de relleno se debe tener en cuenta que el vertido de material por basculamiento suele verse sujeto a riesgos cuando se realiza en zonas próximas a bordes de la excavación. En estos casos, resultará necesario que los trabajos se realicen previo montaje de topes anti-retroceso, y que las maniobras se dirijan por parte de un señalista bajo condiciones de insuficiente visibilidad.

Se implementarán además las siguientes medidas preventivas:

- Avisadores luminosos y acústicos de marcha atrás. Rotativos luminosos.
- Señalización radio de acción maquinaria.
- Pórticos de balizamiento. Señalización de líneas eléctricas.
- La maquinaria y vehículos serán revisados antes de comenzar a trabajar en la obra, en todos los elementos de seguridad, exigiéndose tener al día el libro de mantenimiento y el certificado que acredite su revisión por un taller cualificado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible. Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la tara y la carga máxima.
- Cuando sea necesario se regarán periódicamente los tajos para evitar las polvaredas.
- Vehículos de tierras tapados con lonas para conducir por calles o carreteras.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por personal capacitado.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m., como norma general, en torno a los compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación, estarán dotados de bocina automática de marcha atrás.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad para evitar las consecuencias de su vuelco.
- Antes de comenzar el relleno de la excavación se comprobará que no existe personal alguno dentro de la misma y también se comprobará el estado de los taludes.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.
- Se evitará siempre que sea posible mantener abiertos tramos largos de zanja, se procederá siempre que se pueda a dejar cerrados los tramos demolidos y excavados en el día. En caso contrario quedaran debidamente protegidos y señalizados ante personal de obra y terceros.
- Las cabinas de los dumpers o camiones para el transporte de tierras estarán protegidas contra la caída o desplazamiento del material a transportar por viseras incorporadas a las cajas de estos vehículos.
- Los vehículos se cargarán adecuadamente tanto en peso a transportar como en distribución de la carga, estableciéndose el control necesario para que no se produzcan excesos que puedan provocar riesgos por caída incontrolada de material desde los vehículos o por circulación de éstos con sobrecarga.
- Se prohíbe que los vehículos transporte personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No se abandonará el pisón o el compactador en funcionamiento.
- Durante la utilización del pisón se evitará aproximarse al mismo para evitar el aplastamiento de las extremidades inferiores.

5.8.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Atropellos	General.	Ropa de Alta visibilidad y reflectante	
Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. **Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas**	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco	
Proyección de partículas.	Salpicadura de gravilla y fresado		Gafas antiproyecciones.
Inhalación de polvo y humos	General.	Mascarilla antipolvo FFP 2, gafas antipolvo.	
Ruido.	General.		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.	Señales y balizas		Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual

5.9 MONTAJE DE TUBERÍA PARA CANALIZACIONES

El montaje de tubería engloba todas las canalizaciones a realizar (Cruce de viales, tanto internos como públicos, vías pecuarias o arroyos, así como con en las zonas de cruces de servicios afectados).

Dependiendo de la profundidad de las zanjas donde se van a ubicar dichas tuberías se deberán emplear medios de entibación cuando se supere el 2.00 m de profundidad, prestando especial atención a la situación de los taludes de las zanjas. En caso de optar por entibación, el sistema de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

entibación empleado será tal que permita su puesta en obra sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que ésta esté lo suficientemente soportada, realizándose la misma según lo especificado en las normas UNE-EN 13.331-1 y UNE-EN 13.331-2.

Cada día, al comenzar la jornada de trabajo, se revisarán las entibaciones y la estabilidad de las zanjas por él encargado de obra.

Como criterio general para acceder desde el exterior a la instalación de las estructuras enterradas, se deberá dejar un espacio mínimo de seguridad para trabajar de 0,50 m de anchura.

La longitud de las planchas de entibación viene determinada por la longitud del tubo a instalar puesto que éste debe pasar entre los codales de la entibación. La información técnica del fabricante debe contener información precisa de la máxima longitud de los tubos a instalar.

El diseño, dimensionamiento y cálculo de la entibación serán acordes al estudio geotécnico del terreno.

La colocación de tubos se iniciará con la preparación del terreno, su regularización mediante cama de asiento, la colocación de los tubos o marcos mediante una grúa adecuada, arriñonado de los tubos y relleno. Se procurará siempre que se pueda, no colocar más de dos tramos de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja, prohibiéndose colocar más de 100 m de tubería sin realizar al relleno parcial de la zanja.

Para el proceso de ejecución de colocación de tubos el primer paso es el acopio. La zona de acopio elegida estará fuera de toda interferencia que se pueda generar (paso de maquinaria, actividades concurrentes, carreteras abiertas al tráfico rodado...). Se instalarán calzos o topes en tubos para evitar su rodamiento, y se cumplirán las medidas que en materia de acopios recoge el presente documento. La colocación de los prefabricados se realizará con una maquinaria adecuada, siendo las operaciones dirigidas y supervisadas por el encargado.

Si bien en principio durante el montaje de tubería no se requerirá el uso de herramientas eléctricas, debe considerarse el riesgo eléctrico que podría implicar la combinación entre su uso y la presencia de agua. Para evitarlo, esta presencia de agua se controlará debidamente mediante el empleo de bombas de achique, y se prohibirá el empleo de herramientas de tipo eléctrico en el interior de excavaciones y en todas las zonas caracterizadas por humedades o la existencia de agua. Por otra parte, puesto que buena parte de las actividades se realizarán a la intemperie, resultará obligatorio que todas las herramientas eléctricas dispongan de un doble aislamiento y protección mínima IP-45. Todas las bombas de achique dispondrán de la correspondiente carcasa o rejilla mediante las que se eviten posibles atrapamientos.

A la zona de trabajo se accederá por lugares de tránsito fácil y seguro, sin que los operarios se vean obligados a realizar saltos y movimientos extraordinarios. Por lo tanto, se preverá la

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

disposición de escaleras de mano, o bien se realizará una rampa de acceso, diferenciando la circulación de vehículos de los trabajadores a pie.

Los accesos a la excavación se realizarán mediante escaleras de mano que superarán siempre al menos un metro el nivel de desembarco y que serán amarradas de forma firme en la parte superior e inferior para evitar su deslizamiento.

Siempre que la zanja supere los 1,5 m de profundidad y sea necesaria la presencia de operarios en su interior, será obligatoria la presencia del recurso preventivo en la zona de trabajos y la presencia permanente de un trabajador en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse una emergencia

Las canalizaciones deben estar dispuestas de manera que no se ejerza ningún esfuerzo sobre las conexiones de los cables, a menos que estén previstas especialmente para este efecto.

En el tendido de cables y distribución de mangueras eléctricas debe asegurarse la protección de estos frente al deterioro. En el caso de afectar a zonas de paso de peatones o vehículos, o a zonas de acopio de materiales, se ha de disponer de sistemas de protección especial contra los daños mecánicos y contra contactos con elementos de la construcción.

En el caso de cables enterrados, su instalación debe ser conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

El grado de protección mínimo suministrado por las canalizaciones tiene que ser el siguiente:

- Para tubos, según UNE-EN 61386 -1:
    - Resistencia a la compresión "Muy Fuerte".
    - Resistencia al impacto "Muy Fuerte".
- Para otros tipos de canalización:
    - Resistencia a la compresión y resistencia al impacto, equivalentes a las definidas para tubos

5.9.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo y distinto nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. ▪ Tránsito por suelo deslizante, blando o pastoso ▪ Zanjas abiertas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.	▪ Manipulación área de cargas
Caída de materiales	▪ Desprendimientos de materiales en la carga de estos a los camiones, o durante su transporte.
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales y eléctricas
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente en los viales con el tránsito de los vehículos. ▪ De proyecciones durante la excavación o movimiento de tierras, de forma manual o mecánica.
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo.
Inhalación de polvo y gases	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente de las demoliciones y vertidos de tierras ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Posturas forzadas ▪ Trabajos de rodillas ▪ Manipulación de herramientas manuales.
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material
Vibraciones	▪ Procedentes de las herramientas eléctricas, compresores y maquinaria y vibradores de hormigón
Agresiones de animales	▪ Presencia de animales sueltos

5.9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Delimitar y señalizar el área de trabajo.
- Tapar o proteger de inmediato las cajas de registro después de construirlas.
- Colocar medios de protección colectiva a lo largo de las zanjas abiertas.
- Mantener bien iluminada el área

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Suspender por sus extremos con eslingas los tramos de tubería, uñas de montaje o balancines.
- Mantener el cuerpo en una postura correcta con los pies firmes y balanceados.
- Realizar la carga manual de materiales con peso superior a 25 kg., con la ayuda de otros compañeros o utilizar medios auxiliares.

5.9.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Caída en altura	Instalación de tubería	Uso de arnés	
Atropellos	General.	Ropa de Alta visibilidad y reflectante	
Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco	
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Proyección de partículas.	Salpicadura de gravilla		Gafas antiproyecciones.
Inhalación de polvo.	General.	Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.	
Ruido.	Maquinaria y circulación de vehículos		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.	Transporte y manipulado de barrera		Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual
Vibraciones			Faja lumbar
Contacto con sustancias irritantes	Contacto con hormigón	Guantes	

5.10 TENDIDO DE CONDUCTORES

5.10.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas al mismo y distinto nivel, tropiezos o resbalones.	▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno ▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. ▪ Tránsito por suelo deslizante, blando o pastoso ▪ Zanjas abiertas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.	▪ Manipulación área de cargas (bobinas de cable)
Caída de materiales	▪ Desprendimientos de materiales en la carga/descarga de estos a los camiones, o durante su transporte.
Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Utilización de herramientas manuales y eléctricas
Proyección de partículas.	▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos. ▪ De proyecciones durante la excavación o movimiento de tierras, de forma manual o mecánica.
Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares	▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos.
Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia	▪ Por trabajos en intemperie en días fríos. ▪ Por existencia de placas de hielo en las calles
Inhalación de polvo y gases	▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos. ▪ Proveniente de las demoliciones y vertidos de tierras ▪ Rotura de canalizaciones de gas
Ruido.	▪ De la maquinara presente en la obra. ▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos
Posturas forzadas y sobreesfuerzos.	▪ Posturas forzadas ▪ Trabajos de rodillas ▪ Manipulación de herramientas manuales.
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material
Vibraciones	▪ Procedentes de las herramientas eléctricas, compresores y maquinaria y vibradores de hormigón
Agresiones de animales	▪ Presencia de animales sueltos

5.10.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Realizar una inspección visual de los carretes de bobinas en sitio, para garantizar que el cable no haya sufrido ninguna avería durante el traslado.

El descenso del carrete de la grúa se debe realizar instalando en el carrete un eje y en sus extremos se coloca un estrobo de acero, para que la grúa pueda izarlo (sin apretar las paredes del carrete) Los carretes deben ubicarse en una plataforma giratoria o “alza bobinas” La manipulación de los carretes debe garantizar que el cable no sufra ninguna avería durante la ejecución de los trabajos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las medidas a considerar antes de comenzar el tendido y sus distintas formas dependiendo de la ubicación del cable son:

1. Ubicación de la bobina	Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Si existen tubulares, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable.
2. Extracción del cable	La extracción se hará haciendo rodar la bobina alrededor del eje, extrayendo el cable por la parte superior de la bobina. También la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo. La bobina será suspendida por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soportará mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina. Los pies de soporte de eje, deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni la herramienta utilizada para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc). El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable. Se dispondrá de algún dispositivo de frenado; normalmente, es suficiente disponer un tablón en el suelo por un extremo, con el que se hace presión contra la superficie convexa inferior del plato. El tablón debe disponerse en la parte de la bobina por donde sale el cable durante el tendido.
3. Tendido en zanja	Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos: • La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave. • El suelo de la zanja debe ser liso, limpia de cantos y piedras, estar libre de aristas vivas, y disponer de un lecho de arena o tierra cribada. • A lo largo de la zanja debe haber rodillos distribuidos cada 3 a 6 m. según el peso del cable. • Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de tubulares. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de esta cuando tome demasiada velocidad. Otro operario irá siguiendo el extremo del

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	cable por si aparece alguna dificultad. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente. Cuando los cables se tiendan con medios mecánicos será necesario la colocación de dinamómetros para medir la tracción que se le aplica al cable, siendo siempre inferior a la indicada por el fabricante. Con el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe también existir un sistema de comunicaciones eficiente entre el operador del cabrestante, el personal que controla el frenado de la bobina y el resto de personal distribuido por la zanja.
4. Tendido en tubería	Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo, asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas y que no existen taponamientos. Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se coloca un rodillo a la entrada de manera que el cable sea conducido por el centro y de igual manera se colocará otro rodillo a la salida. En el caso de tendido a mano, el personal se distribuirá en las arquetas a lo largo del trazado de la canalización, que irán ayudando a pasar el cable. Los recorridos para el tendido deben ser cortos y en caso necesario, ir sacando el cable en cada arqueta para volver a meter la punta y evitar la mayor fricción del cable sobre los tubos. En el caso de tendido con medios mecánicos, se actuará de la misma forma que en el apartado anterior. Una vez instalado el cable, y con autorización del Responsable de Zona, se taparán las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc, y se taparán las bocas con mortero pobre o lechada que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.
5. Tendido en galería	En galerías, los cables se pueden instalar en: • Sobre bandejas. • Sobre soportes transversales que deben estar lo suficientemente próximos entre sí para evitar que los cables cuelguen excesivamente. • En canales que pueden o no rellenarse de arena, sobre el fondo. El cable se dispondrá paralelo a la zona de instalación y se trasladará luego lateralmente a su posición definitiva. Una vez instalado el cable, debe evitarse su desplazamiento, sea lateral o axial, y para ello, cuando sea necesario, se fijará el cable a su soporte por medio de piezas de sujeción adecuadas.

Con el fin de evitar la falla prematura del cable, en el momento del tendido se deben evitar las siguientes prácticas indeseadas:

- Pisar
- Azotar

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Ejercer fricción excesiva (arrastrar)
- Punzar
- Doblar o superar los radios de curvatura de 90°

En la preparación para el tendido del cable es importante tener en cuenta, no exceder la máxima tensión ni el radio mínimo de curvatura del cable. El radio mínimo de curvatura a que se puede someter un cable aislado no debe ser menor que los recomendados por las normas internacionales y/o el fabricante.

En los casos en que se requiera, durante la introducción del cable a los ductos se debe ir aplicando el lubricante apropiado para disminuir la fricción, sin afectar las propiedades fisicoquímicas y eléctricas del cable.

El cable debe ser tendido con un equipo que proporcione una velocidad constante y regulada. Se pueden utilizar malacates mecánicos neumáticos o hidráulicos controlados.

Si se utiliza la grúa para el tendido del cable, se debe realizar con el winche, conservando una distancia máxima de 30 metros al rodillo o tubo de desplazamiento, en la salida del cable. Si no se puede tender el cable de acuerdo con lo establecido en el párrafo anterior, y hay acceso para un vehículo pequeño, se puede hacer uso de éste, conservando igualmente una distancia máxima de 30 metros al rodillo o tubo de desplazamiento.

El tendido se debe realizar siempre en tramos rectos con buena visibilidad.

En los casos donde no hay acceso vehicular, se debe realizar con el personal, de tal manera que los operarios repartan las fuerzas con movimientos sincronizados, utilizando siempre los elementos de protección personal y con los movimientos adecuados para evitar lesiones en la espalda.

Nunca se debe realizar directamente de los conductores, se debe realizar siempre por la parte exterior de la chaqueta.

Siempre se deben proteger las puntas del conductor encintándolas.

En la alimentación del cable, del carrete a la cámara de inicio del tendido, se debe procurar que la curvatura del mismo entre el carrete y la entrada al ducto quede en un arco continuo sin curvas inversas (en s) pronunciadas, pero, en cualquier caso, siempre protegido del rozamiento con la cámara y con la boca del ducto, mediante boquillas flexibles especialmente diseñadas para esta aplicación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Durante la instalación del cable se debe verificar que el mismo no vaya a tener contacto forzado o rozamiento con otros cables, porque, podría generar la rotura de la chaqueta o una explosión.

Adicionalmente, no se deben instalar cables subterráneos de media tensión en un ducto con presencia de cables de baja tensión, alumbrado público y/o telemáticos.

La disposición de los cables de mayor tensión debe ser en la parte inferior y los de menor tensión y telemáticos deben quedar en la parte superior.

En cada punta del cable se deben identificar las correspondientes fases para garantizar su correcta conexión.

Adicionalmente, se deben realizar las pruebas de aislamiento de cable con el equipo respectivo, aplicando la regla de oro (pruebe, cruce y aterrice), igualmente, debe verificarse el paralelo antes que el cable tome carga, para garantizar la rotación.

La realización de derivaciones y empalmes deben hacerse siguiendo las instrucciones y normas de los fabricantes.

Todos los elementos de unión a través de los cuales vaya a pasar la corriente se montarán totalmente limpios.

La puesta en servicio de la red se realizará con autorización de la Compañía Eléctrica Suministradora a la cual va a quedar conectada, procediéndose a colocar todos los medios de corte y de protección necesarios para poder realizar estos tipos de trabajo con la completa seguridad para las personas y las cosas.

Una vez terminado todos los trabajos descritos se asegurará que todos los medios de protección utilizados para la conexión final hayan sido retirados y dará su consentimiento a la Compañía Eléctrica Suministradora para la puesta en servicio.

5.10.3 MEDIDAS PREVENTIVAS

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	Uso específico
Atropellos	General.	Ropa de Alta visibilidad y reflectante	
Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco	
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	 Uso específico
Proyección de partículas.	Salpicadura de gravilla		Gafas antiproyecciones.
Inhalación de polvo.	General.	Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo.	
Ruido.	Maquinaria y circulación de vehículos		Protector auditivo.
Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.	Trabajos a la intemperie.	Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección.	
Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.	Transporte y manipulado de barrera		Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual
Vibraciones			Faja lumbar
Contacto con sustancias irritantes	Contacto con hormigón	Guantes	
Contacto eléctrico directo y/o indirecto	Cables con tensión	Ropa ignifuga Guantes dieléctricos de acuerdo con el nivel de tensión Casco dieléctrico Botas dieléctricas Pantalla Herramientas aisladas	

5.11 CIMENTACIÓN

5.11.1 RIESGOS LABORALES DETECTADOS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Atropellos y aplastamientos por vehículos	▪ Interferencia de personal en el radio de acción de maquinaria y vehículos (camiones de por vehículos. carga, camiones cuba de hormigón, retroexcavadoras; etc.) / Interferencia de vehículos y máquinas con zonas de paso de personal ▪ Simultaneidad de trabajos de máquinas de movimiento de tierras, máquinas de cimentación y personal de trabajos de cimentación
Vuelco de vehículos y/o máquinas.	Vertido de hormigón: ▪ Aproximación de camiones a excavaciones, para vertido directo. ▪ Aproximación de camiones bomba a bordes de talud de vaciado, en vertido mediante bombeo. Otros ▪ Descuido y/o falta de atención del conductor de la máquina. ▪ Falta de iluminación en la zona de trabajo o acceso a excavación.
Caídas a distinto nivel.	▪ Trabajos de armado, encofrado, hormigonado y vibrado en zapatas enterradas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Rozaduras y/o pinchazos.	▪ Contacto directo con armaduras o caída de personas sobre armaduras. ▪ Pisadas sobre puntas en maderas de encofrados, o puntas sueltas y/o manipulación de maderas y puntas para encofrados.
Proyección de partículas.	▪ Operaciones de corte y conformación de armaduras y montaje de las mismas. ▪ Operaciones de vertido de hormigón / Desencofrado.
Golpes, aplastamientos, atrapamientos y contacto con elementos cortantes.	▪ Manipulación, transporte, instalación de armaduras y encofrados, así como en desmontaje de estos últimos. ▪ Manipulación de cubilotes de hormigonados y/o mangueras de hormigonado. ▪ Caída de cargas en suspensión (armaduras, encofrados, entubados, etc.).
Incendios y explosiones / Contactos térmicos.	▪ Trabajos con equipos de soldadura para el corte de armaduras o ensamblaje de armaduras.
Contactos eléctricos directos e indirectos.	▪ Puesta en tensión de armaduras y encofrados acopiados sobre mangueras eléctricas. ▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos. ▪ Puesta en tensión de terrenos encharcados.
Inhalación de polvo / partículas.	▪ Manipulación y preparado de cemento. ▪ Corte de madera con sierra circular. ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos y trabajos de movimiento de tierras próximos a zonas de trabajo.
Inhalación de humos, gases, vapores o sustancias tóxicas.	▪ Utilización de desencofrantes de limpieza y aditivos del hormigón (especialmente los que presentan alcalinos, sílice cristalina y cromo).
Contacto con sustancias caústicas, tóxicas o corrosivas.	▪ Contacto con hormigón. ▪ Utilización de desencofrantes de limpieza y aditivos del hormigón (especialmente los que presentan alcalinos, sílice cristalina y cromo).
Ruido.	▪ Vehículos de transporte de hormigón. ▪ Sierras de corte de madera.
Vibraciones.	▪ El manejo del equipo de vibrado del hormigón.
Estrés térmico por frío o calor.	▪ Realización de trabajos en intemperie, durante épocas con temperaturas (altas o bajas) extremas.
Radiación no ionizante (ultravioleta).	▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales, por trabajos en intemperie.
Movimientos repetitivos.	▪ Atado de armaduras. ▪ Flexiones y trabajos en cuclillas a nivel de suelo para montaje / recogida de armadura y encofrados. ▪ Fuerza aplicada en apriete de encofrado y desencofrado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Posturas forzadas.	▪ Montaje y atado de armaduras. ▪ Manipulación y transporte de cargas pesadas (armaduras, encofrados, pilotes prefabricados y entubados) / Limpieza de encofrados. ▪ Colocación / recogida de material de encofrado, limpieza de encofrados, etc., a nivel de suelo.

5.12 ACCIONES O MEDIDAS PREVENTIVAS

Acciones sobre los taludes

A efectos de esta Sección, se considerará que los taludes de los terraplenes y los taludes de las excavaciones practicadas (desmontes, vaciados y zanjas) que afectan a la ejecución de las zapatas han sido ya ejecutados, tal como se indica en el movimiento de tierras. Seguían siendo de aplicación estas medidas preventivas.

En terraplenes y/o taludes de vaciado próximos a cimentaciones perimetrales

La necesidad de realizar trabajos en zonas próximas a taludes del vaciado y, en su caso, terraplenes para montar la armadura, el vertido de hormigón y el posterior vibrado, implica trabajar en un espacio con riesgo de desprendimiento o desplome de las paredes de la excavación. En aquellos casos en los que se dé esta circunstancia, se aplicarán las siguientes acciones:

Acciones orientativas para trabajos de cimentación en zonas adyacentes a taludes de vaciado / terraplenes.

Sobre taludes		Sobre sistemas de sostenimiento
Reconocimiento y evaluación.	Reconocer el estado de los taludes del vaciado	Reconocer el estado de los sistemas de sostenimiento instalados
Estabilización	Planificar los trabajos de forma que se dispongan encofrados interiores para sostener paredes, en aquellas zonas en las que la estabilidad de taludes no esté asegurada (cortes verticales de >2m, o taludes que no cumplan la relación 2H/1V)	
Accesibilidad	Asegurar una accesibilidad adecuada para facilitar la retirada de los trabajadores, así como una evacuación de emergencia.	

En excavaciones para zapatas, encepados y pozos de cimentación interiores

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Dado que los trabajos de armado de zapatas requieren el trabajar en el interior de las excavaciones, encepados y/o pozos de cimentación, ha de considerarse también el riesgo de desprendimiento o desplome de las paredes de las excavaciones. En estos casos se deberán asegurar las acciones orientativas dispuestas en la siguiente tabla:

Acciones orientativas para los trabajos en el interior de excavaciones de zapatas

Sobre taludes		Sobre sistemas de sostenimiento
Reconocimiento y evaluación.	Reconocer el estado de los taludes de las zanjas de cimentación	Reconocer el estado de los sistemas de sostenimiento instalado
Estabilización	Planificar los trabajos de forma que se dispongan encofrados interiores para sostener paredes, en aquellas zonas en las que la estabilidad de taludes no esté asegurada (cortes verticales de >2m, o taludes que no cumplan la relación 2H/1V)	
Accesibilidad	Asegurar una accesibilidad adecuada para facilitar la entrada y salida de los trabajadores, así como una evacuación de emergencia.	

Acciones Organizativas

Cuando exista alguna simultaneidad entre las actividades de movimiento de tierras, armado y/o hormigonado, se hace imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre las zonas de trabajo en las que se realicen operaciones de excavación y las zonas en que se ejecuten las estructuras de zapatas, encepados o pozos, asegurando una coordinación adecuada de las actividades.

De igual forma se actuará cuando sea previsible la simultaneidad entre trabajos de armado y hormigonado, para evitar el paso de cargas suspendidas sobre las zonas de hormigonado / armado.

Se organizará el trabajo de modo que, se vierta el hormigón en los pozos de cimentación en el mismo momento de su excavación evitando de este modo la permanencia del pozo abierto para evitar desprendimientos de tierras y derrumbes de material

Ningún trabajador permanecerá en el borde del pozo siendo obligatorio el uso del arnés atado a un punto fijo para realizar las mediciones de su profundidad, y se mantendrá una distancia alrededor del pozo de cimentación para evitar la sobrecarga de los taludes.

No se permitirá la circulación de maquinaria pesada al rededor del pozo de cimentación

Acondicionamiento y señalización de la zona de trabajo. Accesos de personal

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para la ejecución de las cimentaciones se tratará de acceder lo mínimo posible a la excavación, en caso de ser necesario para la realización de los trabajos:

- El acceso y salida de una excavación o pozo para cimentación no debe suponer un riesgo añadido para el trabajador. Para el dimensionado del sistema de acceso es preciso tener en consideración la profundidad, la anchura y la longitud de la excavación, así como el número de trabajadores que vayan a estar en el interior.

- En la tabla siguiente se recogen unos criterios orientativos, y no exhaustivos, para la definición de estos accesos:

Tipología de accesos al interior de excavaciones profundas de cimentaciones directas.

Zonas de trabajo	Profundidad orientativa (H)	Tipo de acceso	Otras consideraciones
Excavaciones de cimentación poco profundas.	H < 0,50 m	Pequeñas escaleras de mano y/o banquetas.	Altura a determinar en función de la profundidad.
Excavaciones profundas para cimentación.	0,50 < H	Escaleras de mano, con anclaje superior resistente para evitar su vuelco y dispositivo de reparto de cargas en su apoyo para evitar hundimiento y/o desestabilización.	Cantidad: A determinar en función de la longitud de la excavación y del número de operarios, para garantizar una evacuación rápida.

Acciones sobre la ejecución de los trabajos

Trabajos de acabado y compactación de fondo de excavación.

En aquellas zapatas en las que sea preciso realizar, en el fondo de la misma, una compactación de este y/o realizar una cama de hormigón, se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas a este respecto para trabajos en el interior de zanjas, descritas en la fase de movimiento de tierras.

- Durante el encofrado

  El encofrado de zapatas y encepados se considerará en aquellos casos en los que la cimentación se ejecute de forma directa sobre el terreno, sin tener que realizar excavación previa.

  Asimismo, para zapatas enterradas con paredes de excavación que presenten una cohesión insuficiente, se dispondrán encofrados para evitar posibles desprendimientos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

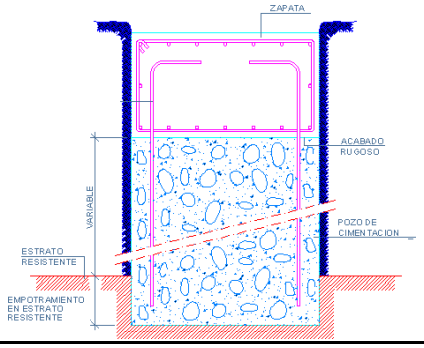
Durante el encofrado se deben organizar las tareas de forma que:

- Los encofrados metálicos se utilicen de conformidad a las especificaciones del fabricante y en especial a los esfuerzos que deben soportar
- Se asegure el mantenimiento diario del orden y limpieza de la zona afectada, eliminando residuos y en especial maderas y puntas.
- En el transporte de paneles de encofrado, siempre que intervengan aparatos elevadores (como grúas torre, grúas autopropulsadas, camiones pluma, etc.), es necesario asegurar la calidad y condiciones de uso de los aparejos de izado y la definición del método de eslingado, según proceda, y atendiendo a las especificaciones del fabricante.

- Durante el armado

Se deben organizar los trabajos y circulación de forma que se eliminen sobrecargas dinámicas en zonas próximas a los bordes de las excavaciones de cimentación en las que se esté trabajando, muy especialmente en excavaciones superiores a 1,30 m de profundidad, restringiendo la aproximación de los vehículos a las mismas.

Durante el montaje de la ferralla para el armado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Zapatas superficiales (sobre terreno)	**La armadura, de forma general, se montará "in situ", si bien también podrá estar elaborada.**
Zapatas enterradas (en excavación)	En zapatas profundas: Prioritariamente, se asegurará que la armadura se introduzca ya elaborada, para evitar el acceso de trabajadores al interior (instalación de armaduras y atado) y/o tiempos prolongados de permanencia en su interior. En pozos de cimentación: Preferentemente, realizar un vertido de hormigón en masa, para elevar la cota de trabajo y, posteriormente, elaborar la zapata. 
	Si fuese preciso acceder al interior de zapatas, encepados o pozos, por causa justificada técnicamente, antes de la realización de los trabajos en el interior se revisarán los taludes y/o sistemas de sostenimiento instalados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Zapatas superficiales (sobre terreno)	**La armadura, de forma general, se montará "in situ", si bien también podrá estar elaborada.**
	En zapatas de grandes dimensiones, para alturas superiores a 2 m, se asegurará la disponibilidad de líneas auxiliares de anclaje horizontales, para posibilitar la fijación del sistema anticaídas por parte de los trabajadores.

Una vez realizado el armado, se asegurará la instalación de sistemas de protección (setas o tapones, cajeados, o sistemas similares, etc.) sobre las armaduras verticales, teniendo en cuenta la resistencia de estos sistemas ante las características del posible daño que las armaduras puedan provocar ante contactos directos (rozamiento) o caídas sobre las mismas (impacto).

En zapatas, emparrillados y losas de gran superficie, durante el montaje "in situ" de la armadura se habilitarán pasillos de desplazamiento sobre las mismas (plancha de madera, tablones de madera o sistemas similares) para minimizar riesgos de torceduras y caídas al mismo nivel en estas tareas.

- Durante el hormigonado y vibrado

  En las operaciones de hormigonado y vibrado de zapatas, encepados y/o pozos de cimentación, su realización dependerá de la disposición en el terreno de los mismos (en superficie o enterrada).

  En el caso de cimentación enterrada, prioritariamente se realizará desde el exterior, pero si fuese preciso ubicarse sobre el mismo, por dimensiones del cimiento, se debe asegurar la disponibilidad de plataformas de trabajo resistentes (transportables) y protegidas con barandillas en su perímetro, y dispuestas perpendicularmente al eje de la zanja o zapata, de forma que se impida el deslizamiento imprevisto de las mismas.

  En zapatas, emparrillados y losas de gran superficie, durante el vertido de hormigón desde la propia armadura se habilitarán pasillos de desplazamiento sobre las mismas (plancha de madera, tablones de madera o sistemas similares) para minimizar riesgos de torceduras y caídas al mismo nivel en estas tareas.

- Durante el desencofrado

  Se organizarán las tareas de desencofrado, de forma que durante el "despegue" del encofrado, no exista personal en el radio de acción de la carga, en prevención de posibles golpes por el balanceo de esta.

  En la utilización de desencofrantes de limpieza se deberá tener en cuenta la dosificación establecida por el fabricante. Durante las mezclas del producto y su aplicación, se asegurará la utilización de guantes impermeables y gafas antiproyecciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Acciones sobre los trabajos con hormigón

Tendiendo a la tipología de los encofrados y de la estructura, se ha de asegurar una distribución uniforme del hormigón y así garantizar un adecuado reparto de las cargas. Durante el hormigonado se tendrán previstos los casquillos para el posterior empotramiento de las protecciones colectivas de borde.

1) Vertido con cubilote

En las maniobras de aproximación de los camiones a la zona de llenado de cubilote, se debe asegurar que determinadas maniobras de los vehículos se identifiquen con señales acústicas.

La maniobra del vertido ha de dirigirla personal cualificado para evitar la realización de maniobras inseguras. Se asegurará la utilización de cubilotes que una vez llenos, no superen la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

En cualquier caso, los cubilotes que se empleen deben estar en buenas condiciones de uso, con palanca de vertido adecuada y dispositivo de enganche para el izado en buen estado y con suficiente resistencia.

En el caso de ser necesario realizar vertidos en altura, se deben utilizar medios auxiliares adecuados a la altura de trabajo (andamios, plataformas elevadoras, torres de hormigonado., etc.), que en cualquier caso deben asegurar las condiciones de seguridad den los trabajadores.

2) Vertido directo con camión hormigonera

Las maniobras de aproximación de los camiones a la zona de vertido tienen que ser dirigidas por personal cualificado, para evitar una eventual caída de los mismos al interior de la excavación. Determinadas maniobras de los vehículos han de identificarse con señales acústicas.

De igual forma, una vez posicionado el vehículo hay que proceder a su estabilización, con el fin de evitar su desplazamiento accidental.

3) Vertido con camión bomba.

Hay que tomar las medidas necesarias para asegurar que determinadas las maniobras de los vehículos se identifiquen con señales acústicas.

El personal encargado de estas operaciones ha de conocer los procesos y las operaciones a realizar en la manipulación de mangueras y en la limpieza de estas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Vibrado:

Las operaciones de vibrado de hormigón han de realizarse desde zonas de trabajo estables y, en su caso, protegidas frente a caídas en altura. Es necesario utilizar medios auxiliares adecuados a la altura de trabajo (andamios, plataformas elevadoras, torres de hormigonado., etc.), que aseguren las condiciones de seguridad para la realización de estas tareas.

Con carácter general se organizarán las tareas de vibrado, de forma que se posibilite la existencia de turnos entre 2 trabajadores para evitar una exposición continuada a las vibraciones.

Taller de ferralla.

El taller de ferralla y la zona de acopio de barras y armaduras conformadas, en la medida de lo posible, deben estar localizados en una zona accesible para las grúas y así posibilitar:

- La carga y descarga de paquetes de ferralla.
- La carga de armaduras conformadas para su acopio o transporte a zona de posicionamiento en obra.

Los trabajos realizados en el taller de ferralla se han de organizar de forma que se asegure la máxima coordinación entre las partes intervinientes, con objeto de conseguir:

- La utilización de equipos de trabajo, máquinas y aparejos de izado y complementos en buenas condiciones de uso y acordes a la normativa.
- Que el personal encargado de estas operaciones esté capacitado y sea conocedor de las tareas a realizar.
- Reducir los riesgos de accidente.
- El establecimiento de una planificación de rotaciones, turnos y periodos de descanso, en función de la tipología de los trabajos a realizar, para dar a los puestos de trabajo y actividades la mayor variedad de contenidos posibles y evitar la monotonía en el trabajo, de acuerdo con criterios de producción y de salud.
- La limpieza periódica del taller para eliminar obstáculos, superficies resbaladizas y retirar materiales residuales, con especial atención a restos de armadura y alambre, y en su caso darles el tratamiento oportuno, según lo determinado en el Plan de gestión de residuos de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La disponibilidad de herramientas de mano resistentes, apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar, y libres de defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.

- En aquellos casos en que el taller de ferralla deba ser ubicado en alguna zona afectada por trabajos en cotas superiores, han de adoptarse las medidas pertinentes para asegurar la protección de los trabajadores del taller frente a la posible caída de objetos o materiales.

Con el fin de evitar interferencias (además de cargas manuales innecesarias) entre los trabajos, posibilitando a su vez que los materiales a utilizar se dispongan lo más cerca posible de la zona de trabajo y de forma ordenada, mediante auxilio de medios mecánicos de elevación. Se ha de procurar la distribución más adecuada de las zonas de acopio de materiales.

La zona de acopio de ferralla debe quedar señalizada y delimitada con malla de señalización tipo “stopper” o sistema similar, o bien protegida con barandillas en aquellas zonas próximas a taludes con alturas superiores a 2 m.

En el acopio de material

Se han de adoptar las medidas oportunas para asegurar que el acopio de los paquetes de redondos se realice en posición horizontal, disponiendo elementos de reparto de cargas (durmientes de madera o similar) de forma que:

- Las barras se agrupen por diámetros.

- No se sobrepasen alturas superiores a 1,50 m.

- Se imposibilite el deslizamiento de los materiales acopiados.

- Se encuentren lo más cerca posible de la dobladora y del banco de trabajo.

- No interfieran con la instalación eléctrica ni los cables de reparto.

- Se mantengan pasillos limpios para el desplazamiento de las personas.

Durante el transformado de armaduras

Los bancos de trabajo para montaje de armaduras serán estables y adecuados a la altura de trabajo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Durante el doblado de armaduras con máquina, se ha de acotar (malla tipo “stopper”, valla autónoma o similar) y señalizar la zona de barrido de las barras, para evitar el acceso de personal no autorizado e impedir que se realicen tareas y acopios en el área afectada.

Para los trabajos de atado o anudado de armaduras se han de utilizar, prioritariamente, herramientas eléctricas para el anudado/atado de barras al objeto de evitar movimientos repetitivos de las manos, dedos y muñecas durante las tareas.

En el caso de tener que realizar trabajos en altura (atado de armaduras, soldado, etc.) para conformar grandes jaulas, se han de emplear medios auxiliares (andamios tubulares, castilletes tubulares, etc.) con distintos niveles de plataformas adecuadas a la altura de trabajo, y han de estar protegidas perimetralmente.

Durante el transporte de armaduras

En el transporte de armaduras o paquetes de ferralla, siempre que intervengan aparatos elevadores (grúas torre, grúas autopropulsadas, etc.), se ha de asegurar la calidad, las adecuadas condiciones de uso de los aparejos de izado y la definición del método de eslingado, según proceda, evitando en todo momento tomar como base de enganche los latiguillos de atado o alambre de agrupamiento de las armaduras o barras.

Para el transporte en suspensión de paquetes y armaduras, es necesario:

- Que los paquetes de ferralla sean izados, en posición horizontal, mediante eslingas que abracen el paquete por dos puntos cercanos a sus extremos y formando un ángulo no superior a 90º con respecto al gancho de la grúa, para evitar la inestabilidad de la carga.

- En armaduras de grandes dimensiones, prioritariamente se tratará de utilizar balancines de reparto para el izado y transporte de las mismas. Excepcionalmente, en el caso de ser justificado técnicamente su transporte vertical, se ha de utilizar un enganche auxiliar de seguridad.

Acciones frente a la electricidad

La maquinaria del taller de ferralla, en especial cizalladora y dobladora eléctrica, se debe instalar sobre un entablado montado sobre una capa de gravilla y con una anchura de 3 m., para evitar pisar sobre agua o barro durante el accionamiento de las máquinas, y con ello caídas o contactos eléctricos.

La zona de acopio de ferralla (barras, armaduras conformadas, etc.) ha de ubicarse en zonas por las que no pasen mangueras eléctricas de alimentación, para evitar su apilamiento sobre las mismas o el posicionamiento de mangueras sobre las armaduras o paquetes de ferralla.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.12.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Caídas a distinto nivel.	Cimentaciones directa en zapatas de grandes dimensiones y profundidad > 2 m / Armado yhormigonado.	Calzado de seguridad	Equipo anticaída (Arnés, fijaciones, eslinga, mosquetones, etc.), en aquellos casos en que se justifique técnicamente la imposibilidad utilizar protecciones colectivas o cuando la protección colectiva no evite el riesgo de caída.
Golpes, cortes y aplastamientos.	Caída armaduras en suspensión. Transporte rodado (grúa autopropulsada) de armaduras.	Ropa de alta visibilidad Casco Calzado de seguridad Guantes	
Caída de objetos y golpes en cabeza.	General.	Casco.	
Proyección de partículas.	Corte de armaduras con radial. Corte de armaduras por oxicorte. Trabajos con hormigón	Pantalla anti-proyecciones y anti-impactos. Gafas anti-polvo. Gafas anti-proyecciones. Pantalla facial de soldador. Casco	
Inhalación de polvo.	Movimiento de tierras	Mascarilla antipolvo FFP2.	
Ruido.	Uso de maquinaria	Protectores auditivos.	
Quemaduras.	Corte de armaduras por soldadura. Soldadura de barras en solapes de armaduras de pilotes.	Guantes y mandil de cuero para soldadura.	

5.13 PAVIMENTOS

Con carácter general, la ejecución de pavimentos ligeros se realiza al final del proceso constructivo, por lo que el edificio presenta ya ejecutado el cerramiento del edificio, las compartimentaciones interiores, las instalaciones, los solados y techos, etc., por lo que la existencia de los riesgos de caídas a distinto nivel se ven muy reducidos y limitados.

5.13.1 FACTORES DE RIESGO

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Atropellos.	▪ Interferencia de zonas peatonales con circulación de vehículos o maquinaria móvil en operaciones de carga y descarga de materiales. ▪ Transporte de material con transpaleta, carretilla, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas a distinto nivel.	▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas. ▪ Acceso a planta por escaleras desprotegidas. ▪ Recepción de materiales por huecos de fachada desprotegidos. ▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales u horizontales: colocación de solería, instalación de sistemas de protección, etc. ▪ Trabajos de colocación de solería en escaleras desprotegidas o insuficientemente protegidas o por huecos dejados en el montaje de peldaños.
Caídas al mismo nivel.	▪ Limpieza irregular de las zonas de trabajo. ▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito. ▪ Superficies de tránsito o trabajo irregulares o con desniveles. ▪ Iluminación insuficiente.
Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.	▪ Recepción de material en planta con grúas, maquinillo, etc. ▪ Manipulación y transporte manual de otros materiales (cubos, baldosas, carretillas, pequeños objetos y perfiles, anclajes, etc.) y herramientas en planta. ▪ Caída de objetos y materiales durante la realización de trabajos o instalación de acopios próximos a: ▪ Perímetros de fachada. ▪ Bordes de escaleras. ▪ Huecos horizontales interiores sobre zonas o superficies de paso en niveles inferiores.
Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.	▪ Con objetos o materiales inmóviles. ▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales. ▪ Contacto accidental con partes móviles de las máquinas. ▪ Manipulación de materiales diversos (cerámicos, perfilería y anclajes, etc.).
Proyección de partículas o materiales.	▪ Manejo de herramientas manuales o electromecánicas (corte, perforación y amolado de materiales cerámicos, pétreos, madera, etc.).
Incendio y explosión.	▪ Manipulación y aplicación de productos inflamables (pinturas, barnices, disolventes, etc.).
Contactos eléctricos directos e indirectos.	▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes. ▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo húmedas o mojadas. ▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos. ▪ Montacargas de obra con aislamiento (puesta a tierra) deficiente. ▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra.
Inhalación de polvo.	▪ Manipulación de cemento, mortero, adhesivo cementoso, etc. ▪ Corte, perforación y amolado de materiales cerámicos, pétreos, madera, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, causticas o corrosivas	▪ Manipulación y aplicación de adhesivos cementosos, productos químicos poliméricos, ▪ siliconas o pastas de sellado, colas y adhesivos, pinturas, barnices, disolventes, etc.
Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.	▪ Hormigón, cemento, cemento cola, mortero, cal, adhesivos, productos poliméricos, pinturas, barnices, etc.
Exposición a ruido.	▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido, propios de la ▪ actividad de solado o por actividades simultáneas.
Vibraciones.	▪ Manejo de maquinaria portátil y de corte.
Exposición a frío / calor.	▪ Posible realización de trabajos en entorno abierto durante épocas con temperaturas ▪ extremas (altas o bajas).
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de los trabajos. ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (mortero del cubo, anclajes, adhesivos cementosos, colas, etc.). ▪ Manipulación y transporte manual de piezas o materiales: baldosas, placas, rollos, cubos, ▪ sacos de materiales de agarre y rejuntado, bidones, etc.

PAVIMENTOS LIGEROS

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Cortes.	▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para corte o ajuste de materiales cerámicos, gres porcelánico, etc. ▪ Corte o ajuste de materiales metálicos (perfilería auxiliar, chapa, etc.), o de madera. ▪ Manejo de materiales y elementos con aristas cortantes: placas, perfilería de estructura ▪ auxiliar, etc.
Proyecciones de partículas o materiales.	▪ Preparación de mezclas y aplicación de barnices. ▪ Preparación y aplicación de adhesivos, colas, pegamentos, etc. ▪ Manipulación de perfilería metálica auxiliar, chapas, etc. ▪ Corte o ajuste de placas cerámicas, gres porcelánico, madera, etc. ▪ Corte o ajuste de materiales metálicos (perfilería auxiliar, chapa, etc.). ▪ Perforación de paramentos para fijación de perfiles auxiliares de soporte. ▪ Manejo de herramientas manuales o electromecánicas.
Contactos térmicos.	▪ Contacto con siliconas o pastas de sellado en caliente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Incendio/explosión.	▪ Almacenamiento inadecuado de productos inflamables: adhesivos, colas, barnices, etc. ▪ Trasvases de productos a recipientes inadecuados que han contenido un producto incompatible (mezclado de productos incompatibles). ▪ Aplicación de productos inflamables cerca de zonas donde se produzcan chispas.
Inhalación de polvo.	▪ Preparación de adhesivo en polvo (a base de acetato o formaldehído entre otros). ▪ Corte o ajuste de placas cerámicas, de madera, de gres porcelánico, etc. ▪ Operaciones de lijado de madera. ▪ Perforación de solera de hormigón para fijación de elementos auxiliares o anclajes para ▪ la ejecución de suelos flotantes, registrables o técnicos.
Inhalación de gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.	▪ Manipulación y aplicación de adhesivos, resina epoxi, pastas de sellado, colas, disolventes, etc. ▪ Manipulación y aplicación de barnices, ceras, etc.
Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.	▪ Adhesivos, pastas de sellado, colas, aditivos, pegamentos, etc. ▪ Aplicación de barnices en pavimentos de madera.
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Aprovisionamiento y manipulación de: piezas, baldosas o placas, sacos de materiales de agarre y rejuntado, etc. ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (adhesivo del cubo, etc.). ▪ Postura forzada de tronco y cuello al utilizar batidora-mezcladora de material. ▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas para: ▪ Aplicación adhesivos, pegamentos y colas como base para la posterior colocación de las placas, piezas o rollos. ▪ Colocación de piezas, baldosas o rollos, estructura auxiliar o rastreles. ▪ Operaciones de sellado de juntas. ▪ Tratamientos de acabado y limpieza.

5.13.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Se debe garantizar una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Los trabajos que se realizan en zonas de recepción de cargas en planta y los trabajos que se ejecutan en zonas anexas, con el objeto de eliminar las interferencias entre ambas.

- Trabajos de revestimiento de suelos o escaleras en zonas próximas a aberturas verticales en paredes y huecos horizontales que puedan afectar a otras actividades situadas en niveles inferiores, con el objeto de:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Eliminar la posibilidad de realizar trabajos en la vertical. Si esto no puede evitarse, se habrá de disponer de sistemas de retención de materiales que impidan la caída de estos a niveles inferiores de trabajo.

- Trabajos de solado de interiores con actividades de revestimientos de paramentos verticales o con actividades de revestimiento de techos, con el objeto de garantizar:

  - El orden y la limpieza de las zonas de trabajo.

  - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial, las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.

Asimismo, en los casos en los que se ejecuten trabajos de solados de escaleras de acceso a la edificación se ha de garantizar la delimitación y cierre de estos accesos, así como la habilitación de pasos alternativos.

En trabajos de solado de escaleras o de solado próximo a bordes o perímetros de huecos interiores se tiene que garantizar que las zonas quedan delimitadas y acotadas (malla tipo "stopper" o similar, valla de contención) en todo su perímetro de afección en niveles inferiores para evitar el acceso y paso de personal por debajo de las mismas.

Colocación de placas de aislamiento y mortero de nivelación

Durante la colocación del aislamiento y la aplicación del mortero de nivelación, se debe prestar especial atención a las herramientas manuales tales como, por ejemplo, las llanas que pueden tener bordes muy afilados por la fricción contra los paramentos.

Medidas básicas de aplicación frente a productos químicos

	MEDIDA
Cemento en polvo, prevención **cal, aditivos, etc.**	1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y medidas de de dichos productos (ficha de datos de seguridad). 2. Evitar el contacto de los citados productos con la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas. 3. Mantener una buena ventilación durante la aplicación de los mencionados productos. 4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro adecuado en función de la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados.

Durante la utilización de la maquinaria para la mezcla y suministro del mortero se tiene que prestar especial atención a los aspectos siguientes:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En el caso de que se empleen equipos neumáticos, se deben comprobar el compresor, las mangueras y uniones, así como que no existan obstrucciones que puedan provocar salidas no controladas de material.

- Las mangueras han de ser de longitudes adecuadas. En este sentido, se debe tener en cuenta que las mangueras de gran longitud pueden provocar una mayor cantidad de obturaciones. El tendido de las mangueras se realizará de forma que no obstaculice las zonas de paso.

- Dado que se trabaja en vía húmeda y que las citadas máquinas se alimentan mediante suministro eléctrico, se ha de prestar especial cuidado en el mantenimiento de dicha instalación.

- En el caso de que se produzca un atasco de la pasta, se tendrá que parar y desconectar la máquina, y se procederá a la limpieza de esta, en ningún caso, se retirará la criba con rejilla con la máquina en funcionamiento.

- El tendido de las mangueras se realizará sin obstaculizar zonas de paso.

Acciones sobre la ejecución de los trabajos

El revestimiento horizontal de pavimentos se debe realizar conforme a lo establecido en el proyecto de obra, y, en particular, a lo indicado en los planos y detalles de ejecución. El proceso de ejecución de estos trabajos varía en función de la tipología del material a utilizar, de los productos utilizados para su fijación y de los trabajos de acabado final a realizar.

Medidas de prevención / protecciones orientativas a instalar para la ejecución de pavimentos ligeros								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Planta baja o niveles inferiores								*
Trabajos próximos* a bordes de forjado o huecos interiores * Distancia a borde >2 m	*					*	*	
Trabajos en bordes de forjado o huecos interiores * Distancia a borde <2 m	*	*	*	*	*	*	*	
Trabajos en escaleras	*	*	*	*	*		*	
Perforación de solera próximos a huecos / terrazas, etc.	*	*	*	*	*		*	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sistemas de protección de borde	Redes de seguridad	Otros sistemas
P1 Sistemas provisionales de protección de borde en forjados. **P2 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de protección de borde de suelo a techo).**	P3 Red de seguridad vertical. P4 Red de seguridad horizontal.	P6 Malla mosquitera o similar, para cubrición de red vertical u horizontal (retención de materiales). P7Sistemas de oclusión de huecos (tapa de madera o elemento resistente similar). P8 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto de anclaje. P9 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales.

Colocación de las piezas. pavimentos ligeros.

Dentro de este proceso de colocación de piezas se aglutinan las operaciones de replanteo, en su caso, colocación y fijación de guías, perfiles, anclajes o rastreles; colocación, adhesión o fijación de piezas, placas o rollos de materiales ligeros, colocación de planchas aislantes (si procede), aplicación de pastas de sellado, siliconas o cintas de acabado; colocación de rodapiés.

Durante la realización de dichos trabajos se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Los materiales se han de depositar lo más próximo posible a las zonas de trabajo donde sean necesarios para la ejecución del solado.
- Los trabajos se tienen que organizar de forma que:
    - Se garantice que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- En el caso de que los trabajos se hagan en zonas de tránsito de personas, estas zonas se encuentren libres de materiales y restos, delimitadas y acotadas en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.
- Se instalen bancos de trabajo o sistemas similares para facilitar el apoyo de la perfilería y placas que necesitan ser cortadas o ajustadas, con el fin de facilitar una postura adecuada al trabajador.
- Se garantice, en el caso de colocación de estructura auxiliar (perfiles, anclajes, estructura reticular, rastreles, etc.), que tras su colocación y, previamente, a la colocación del revestimiento (placas, baldosas, parquet, etc.), esta estructura se ha efectuado correctamente y que los anclajes son resistentes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- El acopio y apilado de materiales se reparta por la planta de forma uniforme y lo más próximo posible a los pilares, con el objeto de evitar sobrecargar el forjado, y dejando espacio suficiente para la realización de los trabajos.

Se ha de hacer uso de los medios auxiliares necesarios (por ejemplo, carretillas manuales) para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados de un transporte manual.

- Los adhesivos más utilizados para la colocación de pavimentos ligeros son los adhesivos a base de acetato o formaldehído, adhesivos en emulsión acuosa a base de resinas sintéticas y los epoxídicos y poliuretánicos, las colas y los pegamentos. Con relación a éstos, se debe:

- Utilizar productos con marcado CE.

- En el caso de adhesivos epoxídicos y poliuretánicos, utilizar aquéllos clasificados según la norma UNE EN 12004 que recoge en sus diferentes apartados la terminología de los materiales, los requisitos que deben cumplir, las definiciones sobre los métodos de trabajo, las características de aplicación y especificaciones para el marcado CE.

- Garantizar una selección adecuada del adhesivo considerando las piezas, placas o rollos, las superficies y soportes de colocación, las exigencias funcionales del recubrimiento (incluyendo las condiciones ambientales) y las circunstancias de su ejecución (necesidad de rapidez, condiciones climáticas extremas, etc.), junto con las características particulares de cada proyecto.

- Respetar las recomendaciones del fabricante en lo referente a la preparación, manipulación y aplicación de los adhesivos.

- En cualquier caso, y en espera de la realización de un estudio de exposición más detallado, en lo relativo a la preparación, manipulación y utilización de estos adhesivos, se ha de atender a las medidas orientativas indicadas en la siguiente tabla:

Medidas básicas de aplicación durante la preparación, manipulación y utilización de adhesivos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

LOCALIZACION	MEDIDA
Adhesivos a base de acetato o medidas de **formaldehído, adhesivo en emulsión acuosa a base de resinas sintéticas, o epoxídicos, poliuretánicos, etc.**	1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y prevención de dichos productos (ficha de datos de seguridad). 2. Atender a lo contemplado en el apartado IV.2.6.5.2 "Humos, gases vapores" de este Documento Básico. 3. No comer, beber o fumar durante la realización de los trabajos para evitar que el producto entre en contacto con la piel o la boca. 4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y equipos de protección personal específicos en función de la ficha de datos de seguridad del producto: guantes para la manipulación y aplicación de los productos, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando haya riesgo de salpicaduras.

En relación con la aplicación de pastas adhesivas o colas, barnices y otros productos de acabado de forma manual se tiene que prestar especial atención a la utilización de herramientas manuales adecuadas y equipos de protección individual especificados en la ficha de datos de seguridad del producto.

Solado de pavimentos

Una característica común de todos los trabajos de ejecución de solados es la necesidad de trabajar en el suelo. En este sentido, al realizar las tareas a ras del suelo, de rodillas o en cuclillas y con la espalda flexionada, se tiene que intentar: alternar las posturas, evitar permanecer grandes periodos de tiempo con la espalda flexionada, cambiar a posiciones en rodillas (usando unas rodilleras adecuadas), en cuclillas (usando almohadillas para los gemelos), e incluso sentarse en algún elemento (cubo, taburete bajo, etc.) del que se disponga a su alrededor. También se pueden utilizar almohadillas y plataformas rodantes para el apoyo de rodillas, así como de los cubos.

Asimismo, se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados de un transporte manual.

Previamente a la ejecución de los trabajos, debe garantizarse la adecuación de los útiles y equipos auxiliares que se van a utilizar durante la ejecución de esta actividad.

En relación con la elevación de recipientes voluminosos y pesados, se tienen que considerar el peso y volumen de estos con el fin de garantizar la utilización de medios de elevación (grúa, camión autocargante, montacargas, maquinillo, etc.) con una capacidad de carga superior y acorde a las necesidades.

Se ha de garantizar, previo a la elevación y transporte de cargas (baldosas, rollos flexibles, placas porcelánicas, cubos de pintura, recipientes, etc.), que los aparejos de izado son adecuados a la

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

carga de cada uno de ellos, son acordes a la normativa vigente y se encuentran en correcto estado de uso (plan de mantenimiento y revisiones).

Generalmente, los trabajos y operaciones asociados a la ejecución de solados no son fuente generadora de ruido continuo y por ello, en principio, no resulta preciso establecer un estudio pormenorizado del nivel sonoro.

No obstante, existen determinados puestos de trabajo (operadores de cortadora de material cerámico, taladros, radial, etc.) que sí requieren de una actuación específica frente al ruido generado por los equipos de trabajo empleados.

TRABAJADOR / LOCALIZACION	MEDIDA
Operadores de máquinas de corte, radial, taladros, atornilladores, etc.	Disponer de un protector auditivo para su utilización durante: 1. El corte de material cerámico de forma continua. 2. La realización de taladros para anclaje de fijaciones de estructuras auxiliares (perfilería, anclajes de fijación, etc.) 3. El corte y adaptación de material (perfilería metálica, baldosas, madera, etc.) con radial, amoladora, fresadora, pulidora, etc. 4. Apriete de tornillería. 5. El picado de elementos estructurales mal ejecutados.

Durante la ejecución de los trabajos de solados los trabajadores están expuestos a distintos tipos de sustancias químicas que pueden provocarles daños en su salud. Esta exposición se produce, fundamentalmente, durante la realización de las tareas siguientes:

- Corte, perforación y amolado de diversos materiales, que pueden generar elevadas concentraciones de polvo en el aire
- Manipulación de hormigones, morteros, yesos, etc., que pueden ser irritantes o corrosivos al entrar en contacto con la piel o al inhalar el polvo generado durante su utilización.
- Manipulación de colas, adhesivos, siliconas, pastas de sellado, pinturas, barnices, disolventes, etc., que pueden ser tóxicos, irritantes o corrosivos al entrar en contacto con la piel o al inhalar los posibles vapores o gases que pueden emitir durante su utilización.

Se debe evaluar el riesgo de exposición de los trabajadores a dichas sustancias químicas. En este sentido, es esencial considerar la información proporcionada tanto por la ficha de datos de seguridad de cada una de las sustancias empleadas (facilitada por el fabricante), como por la etiqueta de sus envases, así como identificar la existencia de trabajadores con posibles problemas respiratorios, asma, etc., que vayan a verse afectados por una posible exposición a partículas, gases o vapores en las zonas de trabajo.

En principio, esta evaluación ha de incluir la medición de las concentraciones de polvo, gases o vapores que pueden existir en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

comparación con el correspondiente valor límite ambiental legalmente establecido. Sin embargo, esta medición no será necesaria en los casos en los que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de esta.

Con carácter general, se deben aplicar las medidas básicas siguientes:

- Mantener una buena ventilación.
- Adoptar medidas higiénicas adecuadas tanto personales, como de orden y limpieza, tales como, por ejemplo: no comer, beber o fumar durante la realización de las tareas, así como guardar una profunda higiene personal en manos y cara antes de tomar cualquier alimento.
- Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos.
- Reducir al mínimo la duración e intensidad de las exposiciones.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gorro y mascarillas de protección respiratoria adecuados a cada caso concreto.

En aquellos casos en los que se realicen cortes de piezas cerámicas, pétreas o terrazo, estos trabajos deben efectuarse, preferentemente, por vía húmeda para evitar la excesiva formación de polvo ambiental.

Asimismo, durante las operaciones de corte, perforación o ranurado de materiales metálicos, chapa, etc. y perforado de paramentos (taladro para anclajes de fijación de perfilería soporte) es preferible utilizar herramientas eléctricas de baja velocidad con el objeto de reducir la emisión de polvo. Si se emplean herramientas de alta velocidad, las precauciones básicas que se han de aplicar son:

- Humedecer la zona de corte para reducir la emisión de polvo.
- Dotar a las herramientas de bolsas de aspiración de polvo.
- Utilizar mascarilla de protección antipolvo FFP1.

En aquellos casos en los que técnicamente resulte inviable la eliminación de la formación de polvo en origen, o no se pueda garantizar una ventilación adecuada, se debe utilizar una mascarilla de protección adaptada a cada caso, especialmente en operaciones de:

- Corte de baldosas cerámicas, pétreas, terrazo, etc.
- Corte, adaptación y perfilado de paneles parquet o de madera.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Preparación y aplicación de pastas de mortero, mortero seco, adhesivos cementosos, etc.
- Corte y tratamiento de materiales, en general, en recintos cerrados con escasa ventilación.

Acciones frente al riesgo eléctrico

En todo momento se debe cumplir con lo determinado tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T.).En función de las características y dimensiones de la obra, se ha de definir un plan de ampliación de la instalación eléctrica provisional de obra para dar cobertura a las zonas de actuación. Como mínimo, es preciso:

- Realizar o, en su caso, actualizar un proyecto de instalación acorde al R.E.B.T.
- Disponer cuadros primarios de distribución, con capacidad suficiente para dar cobertura a los cuadros secundarios que se vayan a instalar en cada planta.
- Realizar una distribución adecuada de cuadros secundarios, en función de las plantas y superficies existentes.

Las mangueras eléctricas de distribución deben ser normalizadas, antihumedad y resistentes frente a los riesgos mecánicos. Se han de disponer de manera que no se vean afectadas por el tránsito de vehículos ni por acopios de materiales con el fin de evitar el deterioro de las mismas (especialmente su rotura).

Las zonas de acopio y apilado de materiales metálicos (perfiles, chapas, etc.) tienen que estar organizadas de forma que se encuentren libres de mangueras eléctricas.

Con el objeto de prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la zona de trabajo, no se deben efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello, los trabajos tuvieran que realizarse, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica provisional, con el objeto de garantizar la revisión periódica de la misma.

Operaciones de apoyo (acabado y dimensionado de piezas)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se consideran operaciones de apoyo aquéllas que deben realizarse para asegurar el correcto acabado y dimensionado de las piezas: corte, rebajes, pulido, ranurado, etc. antes de su instalación definitiva. En relación con estas operaciones, se ha de considerar lo siguiente:

- El corte de las piezas que puedan ocasionar polvo se debe hacer, preferentemente, por vía húmeda para evitar la excesiva formación de polvo ambiental.
- Además, en relación a estas operaciones, siempre que se realicen en obra, se ha de garantizar que:
    - Se dispone de bancos de trabajo auxiliares para facilitar la posición corporal al trabajador.
    - Las zonas de trabajo no generan riesgos adicionales a estas operaciones, y que se encuentran libres de obstáculos y ordenadas.
    - En el caso de que las operaciones de corte sean continuas, existe una ventilación (natural o forzada) adecuada en la zona de corte y zonas de trabajo anexas.
    - La iluminación es adecuada al uso y tipo de trabajo a realizar

Tareas de acabado (sellado de juntas, tratamientos de acabado y limpieza del suelo terminado)

Normalmente, estas labores de acabado se deben realizar al final de la obra.

Para la ejecución de estos trabajos se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El acotado, delimitación y señalización de la zona para evitar el acceso de personal ajeno a las operaciones. En el caso de tener que trabajar cerca del paso de vehículos o medios auxiliares (plataformas elevadoras, etc.), se tiene que garantizar que la zona de trabajo esté protegida y señalizada adecuadamente, habiéndose definido perfectamente la zona de trabajo, la de paso de maquinaria y la de paso de peatones.
- En lo relativo a la utilización de productos químicos durante las operaciones de limpieza, rejuntados o tratamiento final del pavimento (disolventes, barnices, ceras, siliconas, etc.) se debe atender tanto a lo indicado en las instrucciones de utilización de cada uno de ellos como a lo indicado en las fichas de datos de seguridad de los mismos
- Además, en lo referente a la aplicación de siliconas en caliente o aire caliente, se han de extremar las precauciones para evitar contactos térmicos y utilizar guantes de protección adecuados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Asimismo, en relación con la manipulación y aplicación de barnices en pavimentos de madera, se tiene que:
    - Utilizar productos con marcado CE.
    - Atender a las advertencias indicadas en la ficha de datos de seguridad del producto, así como a las etiquetas de los recipientes o envases.
    - Respetar las recomendaciones del fabricante.
    - Garantizar una selección adecuada del producto considerando las superficies y soportes de colocación, las exigencias funcionales del recubrimiento (incluyendo las condiciones ambientales) y las circunstancias de su ejecución (necesidad de rapidez, condiciones climáticas, etc.), junto con las características particulares de cada proyecto.
    - Organizar los trabajos de forma que se evite la producción de concentraciones inflamables o explosivas de vapor en el aire, y se eviten concentraciones de vapor superiores a los límites de exposición profesional (VLA).
- En el caso de trabajar con altas temperaturas, y como consecuencia de la descomposición térmica de los citados productos (pueden formarse sustancias peligrosas), organizar los trabajos de forma que se evite:
    - Dejar recipientes de barnices en zonas expuestas al sol, o próximas a fuentes de calor.
    - Abrir recipientes de barnices expuestos a calor (sol, etc.).
- Garantizar que los productos no se mezclan con productos incompatibles. Para ello, se debe consultar la ficha de datos de seguridad de los barnices o productos utilizados.

5.13.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Golpes.	Pulido de suelos de madera con máquina pulidora.	Calzado con puntera de seguridad.	
Cortes.	Cortes de distintos materiales con maquinaria, cúter, etc.	Guantes de protección mecánica.	
	Colocación de material con aristas cortantes o punzantes.		
	Lijado de suelos de madera.		
	Abrillantado de suelos con máquina abrillantadora.		

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	Uso específico
Proyección de partículas o materiales.	Preparación de pastas adhesivas en polvo, etc.	Gafas antipolvo.	
	Operaciones de raspado, lijado, ajuste o limpiezas superficiales.	Gafas antiproyecciones.	
	Manipulación y aplicación de barnices.		
	Manipulación de adhesivos.		
	Corte de madera, placas cerámicas, gres, etc.		
Inhalación de polvo.	Preparación de pastas adhesivas en polvo, etc.	Mascarilla antipolvo FFP1.	
	Preparación de adhesivos cementosos.		
	Corte o ajuste de madera, placas cerámicas, etc.		
	Operaciones de raspados, lijado, ajuste o limpiezas superficiales de material.		
Inhalación de gases o vapores tóxicos o nocivos.	Manipulación y aplicación de disolventes, siliconas, adhesivos y colas, barnices, etc.	Mascarilla con filtro específico para gases y vapores.	
Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.	Preparación de pastas con cemento, cal, etc.	Guantes de goma impermeable o similar, para protección en manos. Cremas de barrera (para zonas expuestas de la piel).	

5.14 INSTALACIONES FONTANERÍA

5.14.1 FACTOR DE RIESGO

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas a distinto nivel.	▪ Acceso a zonas de trabajo en altura y a zanjas (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, escalas, etc.). ▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales y horizontales: colocación de conductos, bajantes, anclajes y soportes en paramentos verticales y horizontales, etc. ▪ Recepción de materiales en bordes de fachada o en cubiertas. ▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.), para colocación de conductos, bajantes, etc.
Caídas al mismo nivel.	▪ Falta de señalización o de protecciones adecuadas en pequeños huecos horizontales (arquetas, sumideros, canaletas, etc.) o pequeñas zanjas. ▪ Falta de orden y limpieza en zonas de paso y de trabajo.
Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.	▪ Corte de tubos de materiales metálicos o plásticos (cobre, acero galvanizado o zincado, PVC, etc.). ▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para la colocación de anclajes, soportes, bridas, grapas, ganchos de sujeción de tuberías, desagües, canaletas a forjados o paramentos. ▪ Corte de cuñas de madera para posicionamiento de tuberías. ▪ Ejecución de uniones y juntas roscadas, apriete de bridas, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Proyección de partículas o materiales.	▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento de tuberías, canaletas, etc. ▪ Operaciones de apoyo: corte, preparación y ajuste de tuberías, soportes, etc.
Proyección de partículas incandescentes / quemaduras.	▪ Utilización de soplete para calentamiento de tubos en operaciones de juntado. ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones.
Incendio/explosiones.	▪ Almacenamiento incorrecto de productos químicos inflamables. ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones. ▪ Atmósferas explosivas en recintos confinados.
Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.	▪ Manipulación de pegamentos, colas, adhesivos, disolventes, etc. ▪ Trabajos de soldadura, para uniones de tuberías y conducciones.
Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.	▪ Resinas, pegamentos, colas, adhesivos, etc.
Radiación no ionizante: **UV (ultravioleta).** **IR Infrarroja.** **Visible.**	▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones.
Contactos con materiales cáusticos, corrosivos o tóxicos.	▪ Contacto con los materiales contaminados de la propia excavación durante los trabajos en el interior de zanjas.

COLOCACIÓN DE PUNTOS DE CONSUMO Y PUNTOS DE CAPTACIÓN

En la ejecución de estos trabajos se aglutinan un conjunto de tareas, de entre las cuales, como más significativas se pueden considerar:

- Colocación de tuberías ocultas o empotradas que discurrirán preferentemente por patinillos, cámaras de fábrica realizadas al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos o por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado. La fijación de los tubos a los paramentos se hará mediante accesorios, como grapas, abrazaderas y soportes. En la red de pequeña evacuación, se sujetarán a los forjados mediante abrazaderas de cuelgue regulables para darles la pendiente adecuada, y a bridas o ganchos cuando la sujeción se realice a paramentos verticales.

- Colocación de tuberías vistas, la fijación de estas a los paramentos se hará también mediante accesorios, como grapas, abrazaderas y soportes.

- Colocación de bajantes, canaletas, colectores, etc., se fijarán mediante abrazaderas a los forjados, las uniones de tuberías y piezas esespeciales realizarán con bridas, colas sintéticas, soldadura, etc., en función del tipo de tubería utilizada (PVC, polipropileno, gres, fundición, etc.).

Colocación de puntos de consumo y puntos de captación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Montaje y colocación de los puntos de consumo de agua fría y caliente.
- Montaje y colocación de cierres hidráulicos y de puntos de captación de las aguas residuales y pluviales: válvulas de desagüe, sifones individuales y botes sifónicos, calderetas o cazoletas y sumideros (en cubiertas, terrazas o garajes) y canalones (de zinc o de plástico).





Se debe asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas y perimetrales, la delimitación y señalización de los medios auxiliares utilizados para la recepción y colocación de los elementos y las piezas, así como de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras o escaleras).

- Se han de organizar los trabajos de forma que:
- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Todas las plataformas de trabajo en altura deben disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas superior e intermedia y rodapiés.
- Se disponga de bancos de trabajo o sistemas similares, para facilitar el apoyo de tubos y conducciones, etc., que necesitan ser cortadas, ajustadas o soldadas, con el fin de facilitar una postura adecuada del trabajador.
- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se compruebe que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.
- Se garantice una iluminación adecuada de la zona de trabajo (100 lux mínimo) mediante iluminación natural o artificial (focos interiores antideslumbramiento).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material, con objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc).

Las tuberías y elementos que se vayan a colocar en altura y que requieran adaptación, prioritariamente se han de izar y transportar ya conformados a la medida definitiva, con el objeto de evitar la realización de estas operaciones en la zona de instalación.

En las operaciones de instalación y apriete, colocación de grapas, accesorios y soportes debe ser prioritaria la utilización de herramientas adecuadas, si pueden ser electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

OPERACIONES CON UNIONES ROSCADAS, MANGUITOS MECÁNICOS, BRIDAS.

En estas operaciones los tubos deben ser previamente cortados, para ser después montados. También se realizarán uniones por medio de bridas y codos. Estos trabajos comportan manejo manual de la tubería en bancos y se realizan con herramientas manuales generalmente.

UTILIZACIÓN DE RESINAS, COLAS, ADHESIVOS

En la realización de juntas y uniones con estos productos químicos (resinas, colas y adhesivos, etc.) se debe asegurar:

- La utilización de productos con Marcado CE.
- La selección adecuada del tipo de resina, cola o adhesivo, en función de los materiales a unir.
- Que se respetan las recomendaciones del fabricante en la preparación, manipulación y aplicación de los productos.
- En cualquier caso, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la siguiente tabla: Medidas básicas de aplicación

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

LOCALIZACION	MEDIDA
Resinas, colas y datos de **pegamentos.**	1. Solicitar al fabricante la documentación de seguridad de dichos productos (Ficha de seguridad). 2. No comer, beber o fumar durante la realización de trabajos para evitar que entre en contacto con la piel o la boca. 3. Evitar el contacto con los ojos y la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas a los productos que componen estos productos. 4. Mantener una buena ventilación durante su aplicación. Evitar la formación de polvo. 5. Utilizar ropa de trabajo y equipos de protección personal específico en función de la ficha de seguridad de los productos utilizados. En general: guantes para la manipulación y aplicación de los productos, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando hay riesgo de salpicaduras. 6. Una vez finalizados los trabajos, los trabajadores deben lavarse, ducharse y es recomendable utilizar cremas hidratantes. Quitarse cualquier prenda manchada (ropa, calzado, relojes, etc.) y limpiarla antes de volver a utilizarla.

Ocasionalmente, además, puede resultar necesario la aplicación de calor, por lo que se debe tener en cuenta la posibilidad de la presencia próxima de materiales inflamables. En estos casos, es recomendable el uso de sopletes de mano con sistema de parada temporal de funcionamiento y que dispongan de válvula antirretroceso de llama.

5.14.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general Uso específico
Caídas a distinto nivel.	Trabajos próximos a huecos verticales y horizontales (aberturas verticales en fachadas, frentes abiertos de forjados realizarán, patinillos, huecos ascensor, escaleras, etc.).	Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. NOTA: el uso de estos equipos estará limitado a aquellos casos en que la protección colectiva existente no pueda garantizar la seguridad del trabajador frente al riesgo de caída en altura.
Golpes, pinchazos y cortes	Uso de herramientas manuales.	Guantes contra riesgos mecánicos
Proyección de partículas.	Perforados e instalación de soportes y anclajes en paramentos verticales u horizontales. en operaciones de apoyo (corte, rebaje, etc.).	Gafas antiproyecciones. Utilización de herramientas manuales y maquinaria portátil
Proyección de partículas incandescentes / Quemaduras.	Operaciones de soldadura. Utilización de soplete.	Pantalla facial. Guantes de cuero, manguitos, polainas y mandil de cuero.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	Uso específico
Inhalación de polvo.	Trabajos en zanjas. Operaciones de corte de tubería.		Mascarilla antipolvo FFP1
Inhalación humos, gases o vapores tóxicos o nocivos.	Trabajos en recintos confinados.	Mascarilla con filtro específico adecuado o equipo autónomo de respiración según el tipo y las concentraciones de gases o vapores encontrados al realizar la medición.	
	Trabajos de soldadura apropiados oxiacetilénica y oxicorte.	Mascarilla con filtros para vapores y gases (de plomo o cinc).	Mascarilla con filtro FFP2.
	Utilización de resinas, pegamentos, adhesivos, colas sintéticas.		Mascarilla con filtro específico para gases y vapores.
Contactos irritantes, cáusticos, corrosivos o tóxicos.	Utilización de resinas, pegamentos, adhesivos, colas sintéticas.	Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas gorro.antiproyección,	Guantes de goma, o similar, para protección en manos.
Radiación no ionizante: - **UV (ultravioleta).** - **IR Infrarroja.** - **Visible.**	Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte.	Gafas o pantalla facial con cristal adecuado para los trabajos de soldadura (cristal inactínico).	
Presencia de agua.	Zanjas, galerías, zonas húmedas. visibilidad.	Botas impermeables con puntera y plantilla, ropa impermeable alta	
Exposición a agentes biológicos.	Terrenos contaminados, fosas sépticas, zanjas filtrantes, etc.	Botas impermeables, guantes y ropa que cubra todo el cuerpo. Protección corporal y respiratoria frente a agentes biológicos identificados.	
Contacto eléctrico.	Trabajos en zonas húmedas o por donde discurra cableado o instalaciones eléctricas.	Calzado aislante. mojadas	Casco aislante con barbuquejo. Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico. Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea). Calzado aislante.

5.15 INSTALACIONES TÉRMICAS (CALEFACCIÓN Y CLIMATIZACIÓN)

Se entiende por instalaciones térmicas de un edificio “a las instalaciones de calefacción, climatización y gas destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiénico deben cumplirse en los edificios”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.15.1 FACTOR DE RIESGO

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas a distinto nivel.	▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales y horizontales: colocación de conductos, anclajes y soportes en paramentos verticales y horizontales, etc. ▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, escalas, etc.). ▪ Recepción de materiales en bordes de fachada o en cubiertas. ▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.) para la colocación de conductos, tuberías, equipos de climatización, etc. ▪ Utilización de técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas (trabajos verticales).
Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.	▪ Corte de tubos y conducciones de materiales metálicos o plásticos. ▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para la colocación de anclajes, soportes, bridas, grapas, ganchos de sujeción de tuberías, conducciones, aparatos, etc. ▪ Ejecución de uniones y juntas roscadas, apriete de bridas, etc.
Proyección de partículas o materiales.	▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento de tuberías, conducciones, etc. ▪ Operaciones de apoyo: corte y ajuste de tubos, conducciones, preparación de soportes, etc.
Proyección de partículas incandescentes / Quemaduras.	▪ Utilización de soplete para calentamiento de tubos en operaciones de juntado. ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones. ▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc.
Incendio/explosiones.	▪ Almacenamiento incorrecto de productos químicos inflamables. ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte para uniones de tuberías y conducciones. ▪ Atmósferas explosivas en la instalación, prueba de aparatos de gas y calderas. ▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc.
Contactos eléctricos directos e indirectos.	▪ Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte. ▪ Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas o que discurran por paramentos donde se vayan a realizar las instalaciones. ▪ Trabajos de soldadura eléctrica.
Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.	▪ Manipulación de pegamentos, colas, adhesivos, etc. ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte para uniones de tuberías y conducciones. ▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc. ▪ Contacto con gases refrigerantes.
Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.	▪ Pegamentos, colas, adhesivos, etc. ▪ Contacto con gases refrigerantes.
Radiación no ionizante: **UV (ultravioleta).** **IR Infrarroja.** **Visible.**	▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte para uniones de tuberías y conducciones. ▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.15.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS, CONDUCCIONES COLGADAS Y REALIZACIÓN DE UNIONES Y JUNTAS

En la ejecución de estos trabajos se aglutinan un conjunto de tareas, entre las que se pueden distinguir:

- La colocación de tuberías y conducciones ocultas, empotradas o vistas que discurrirán por fachada, patios, patinillos, cámaras de fábrica realizadas al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos o por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado.

- Las operaciones de uniones y juntas: realizadas mediante soldadura con gas y oxicorte (cobre), uniones roscadas, o utilización de productos químicos (resinas, colas sintéticas, pegamentos) para tubos de plástico o PVC.

Estas actividades se pueden llevar a cabo una vez realizados los cerramientos y las particiones interiores o, en algunos casos, de forma simultánea a estos trabajos u otros trabajos de acabado de la edificación. En todos estos casos, se debe prestar especial atención al solape de estos trabajos con otras actividades con el fin de evitar la caída de tuberías, conducciones y otros elementos de la instalación (soportes, accesorios, etc.) sobre otros trabajadores ajenos a tal actividad, debiendo acotarse y señalizarse la zona inferior a la de trabajo.

Se ha de asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas y perimetrales, la delimitación y señalización de los medios auxiliares utilizados para la recepción y colocación de los elementos y las piezas, así como de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras y/o escaleras).

Se tienen que organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.

- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.

- Todas las plataformas de trabajo en altura deben disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas superior e intermedia y rodapiés.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se disponga de bancos de trabajo o sistemas similares, para facilitar el apoyo de tubos y conducciones, etc., que necesitan ser cortadas, ajustadas o soldadas, con el fin de facilitar una postura adecuada del trabajador.

- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se compruebe que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.

- Se garantice una iluminación adecuada de la zona de trabajo (100 lux mínimo) mediante iluminación natural o artificial (focos interiores antideslumbramiento).

- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc).

Las tuberías y elementos que se vayan a colocar en altura y que requieran adaptación, prioritariamente se deben izar y transportar ya conformados a la medida definitiva, con el objeto de evitar la realización de estas operaciones en la zona de instalación.

En las operaciones de instalación y apriete, colocación de grapas, accesorios y soportes debe ser prioritaria la utilización de herramientas adecuadas, si pueden ser electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

REALIZACIÓN DE UNIONES Y JUNTAS CON PRODUCTOS QUÍMICOS: RESINAS, COLAS SINTÉTICAS Y PEGAMENTOS.

Para la realización de juntas y uniones con estos productos químicos, se requiere del extremo cuidado y de la aplicación de las medidas de seguridad que se establecen a continuación:

- La utilización de productos con Marcado CE.

- La selección adecuada del tipo de resina, cola o pegamento, en función de los materiales a unir.

- Respetar las recomendaciones del fabricante en la preparación, manipulación y aplicación de los productos.

- En cualquier caso, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la siguiente tabla:

Medidas básicas de aplicación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

LOCALIZACION	MEDIDA
Resinas, colas seguridad). **y pegamentos.**	1. Solicitar al fabricante la documentación de seguridad de dichos productos (Ficha de datos de 2. No comer, beber o fumar durante la realización de trabajos para evitar que entre en contacto con la piel o la boca. 3. Evitar el contacto con los ojos y la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas a los productos que componen estos productos. 4. Mantener una buena ventilación durante su aplicación. Evitar la formación de polvo. 5. Utilizar ropa de trabajo y equipos de protección personal específico en función de la ficha de seguridad de los productos utilizados. En general: guantes para la manipulación y aplicación de los productos, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando hay riesgo de salpicaduras. 6. Una vez finalizados los trabajos, los trabajadores deben lavarse, ducharse y es recomendable utilizar cremas hidratantes. Quitarse cualquier prenda manchada (ropa, calzado, relojes, etc.) y limpiarla antes de volver a utilizarla.

En algunos casos, además, es necesario la aplicación de calor, por lo que hay que tener en cuenta la presencia de materiales inflamables. Cuando se realicen trabajos con soplete, se debe reducir la llama cuando se apoye el soplete. Se recomienda el uso de sopletes de mano con sistema de parada temporal de funcionamiento y que dispongan de válvula antirretroceso de llama.

MONTAJE Y COLOCACIÓN APARATOS, EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN, CALDERAS, CALENTADORES, ETC.

En estos casos las operaciones consisten en montaje y colocación de aparatos y equipos de calefacción, climatización, calderas, calentadores, etc. Todos estos trabajos se realizan frecuentemente en altura, normalmente el montaje de aparatos de frío y climatización se realizan en la cubierta y en las fachadas, los calentadores se colocan en planta o en terrazas, las calderas se suelen ubicar en salas especialmente diseñadas para la colocación de estas, en muchas ocasiones en sótanos, garajes, etc.

Se deben organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas (postura de rodillas, en

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

cuclillas, etc., en lugares cercanos al suelo y en espacios reducidos). Utilizar rodilleras y cuñas para los gemelos en trabajos de rodilla y en cuclillas, respectivamente.

- Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

- Se deben utilizar medios auxiliares para el transporte de los equipos y las piezas, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc.).

En la colocación de las máquinas y aparatos en altura (cubierta, fachada, patio), que tengan que ser transportados mediante equipos de elevación de cargas (grúa, camión autocargante, etc.), serán izados garantizándose:

- El guiado de los mismos mediante el auxilio de aparejos de elevación (eslingas, balancines de reparto o cabos guía sujetos a la pieza).

- Que se mantienen en suspensión hasta su posicionado y fijación final. No se han de soltar de los equipos de elevación de cargas en tanto en cuanto no esté asegurada su estabilidad.

- La verificación de la posible incidencia que el viento puede ocasionar en el transporte y la manipulación de elementos. Suspender los trabajos cuando existen vientos con velocidades superiores a 50 Km/h.

En las operaciones de instalación y apriete de tornillería debe ser prioritaria la utilización de herramientas electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se debe comprobar que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.

Para ejecutar los pasamuros (instalación de aire acondicionado) se ha de comprobar que no existen otras instalaciones que discurran por su interior (cables eléctricos, tuberías de gas, etc.).

OPERACIONES DE PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN

Para la puesta en servicio de las instalaciones térmicas, hay que realizar pruebas de todos los elementos y accesorios que integran la instalación. Para cada instalación debe elaborarse una documentación técnica, en la que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.15.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	 Uso específico
Caídas a distinto nivel.	Trabajos próximos a huecos verticales y horizontales (aberturas verticales en fachadas, frentes abiertos de forjados y cubiertas, patinillos, huecos ascensor, escaleras, etc.).		Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.
	Trabajos de instalación de conductos, equipos, tuberías, etc., en fachadas mediante técnicas de posicionamiento mediante cuerdas.		Equipo anticaída para trabajos verticales: arnés de seguridad, cuerdas, fijaciones, elementos de amarre, anclajes, conectores, etc.
Golpes, pinchazos y cortes.	Uso de herramientas manuales.	Guantes contra riesgos mecánicos.	
Proyección de partículas.	Perforados e instalación de soportes y anclajes en paramentos verticales u horizontales. Utilización de herramientas manuales y maquinaria portátil en operaciones de apoyo (corte, rebaje, etc.).	Gafas antiproyecciones.	
Proyección de partículas incandescentes / Quemaduras.	Operaciones de soldadura.	Pantalla facial. Guantes de cuero, manguitos, polainas y mandil de cuero.	
Inhalación de polvo.	Operaciones de corte de tubería, planchas de fibra de vidrio, etc.	Mascarilla antipolvo.	Mascarilla antipolvo FFP1.
Inhalación humos, gases o vapores tóxicos o nocivos	Trabajos en recintos confinados.	Mascarilla con filtro específico adecuado o equipo autónomo de respiración según el tipo y las concentraciones de gases o vapores encontrados al realizar la medición.	
	Trabajos de soldadura oxiacetilénica, oxicorte y eléctrica.	Mascarilla con filtros apropiados para vapores y gases (de plomo o cinc).	Mascarilla con filtro FFP2.
Contactos irritantes, cáusticos, corrosivos o tóxicos.	Utilización de resinas, pegamentos, adhesivos, colas sintéticas.	Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro.	Guantes de goma, o similar, para protección en manos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	 Uso específico
Radiación no ionizante: ▪ **UV (ultravioleta).** ▪ **IR Infrarroja.** ▪ **Visible.**	Trabajos de soldadura oxiacetilénica, oxicorte y eléctrica.	Gafas o pantalla facial con cristal adecuado para los trabajos de soldadura (cristal inactínico).	
Exposición a agentes biológicos, microorganismos legionela).	Contacto con aguas residuales en torres de refrigeración.	Botas impermeables, guantes y ropa que cubra todo el cuerpo. Protección corporal y respiratoria frente a agentes biológicos identificados.	
Contacto eléctrico.	Trabajos en zonas húmedas o mojadas por donde discurra cableado o instalaciones eléctricas. Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte.	Calzado aislante.	Casco aislante con barbuquejo. Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico. Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea). Calzado aislante.
	Utilización de soplete.	Guantes de cuero	

5.16 ELECTRICIDAD

Se seguirán las medias descritas en el punto “Instalación eléctrica provisional de obra” del Estudio de Seguridad que sea de aplicación a los trabajos a ejecutar junto con las descritas a continuación.

5.16.1 FACTOR DE RIESGO

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Contacto eléctrico directo.	▪ Trabajos de instalación en tensión y puesta en servicio de instalaciones eléctricas (pruebas, ensayos, mediciones).
Contacto eléctrico indirecto.	▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.
Caídas a distinto nivel.	▪ Tareas de montaje de instalación eléctrica en emplazamientos con aberturas verticales u horizontales, tales como, por ejemplo: ▪ Paramentos (suelos, techos y paredes, etc.) próximos a atrios, terrazas, balconadas, etc. ▪ Escaleras del edificio. ▪ Cubiertas.
	▪ Trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras, escaleras, etc.) para la instalación de líneas eléctricas, cajas de registro, conexiones, etc. ▪ Vuelco/desplome de medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.).
Cortes, pinchazos, golpes.	▪ Utilización de herramientas manuales. ▪ Manipulación de cables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.16.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

ACCIONES ORGANIZATIVAS

Los trabajos se han de organizar de forma que no se realicen operaciones simultáneas que puedan suponer un riesgo de contacto eléctrico para los trabajadores. Para ello, se debe definir un plan de trabajo que ha de distinguir estos cuatro tipos de actividades:

- Actuaciones previas de colocación y puesta en obra de materiales y equipos (canalizaciones, cableado, cuadros eléctricos, contadores, equipos de protección, cajas de registro, etc.).
- Trabajos sin tensión
- Trabajos con tensión.

Debido a la necesidad de simultanear las actividades de montaje de materiales, elementos y equipos eléctricos en la obra con operaciones que requieren utilizar equipos de trabajo y herramientas eléctricas, así como con la realización de trabajos de verificación y ensayo de las instalaciones eléctricas ejecutadas, es imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre los trabajos sin tensión de instalación de materiales y equipos eléctricos (canalizaciones, cableado, cajas de registro, contadores, etc.), los trabajos en tensión y los trabajos de realización de maniobras, ensayos y verificaciones, asegurando una coordinación adecuada de las actividades.

Asimismo, la organización de los trabajos debe garantizar, también, una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Trabajos de montaje de instalaciones eléctricas y actividades de particiones interiores o actividades de revestimientos interiores, con el objeto de garantizar:
    - La utilización coordinada de los medios auxiliares para la ejecución de trabajos en altura (torres de trabajo, andamios de borriquetas, etc.).
    - El orden y limpieza de las zonas de trabajo.
    - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.
    - El mantenimiento de los sistemas de protección colectiva.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Trabajos de montaje de instalaciones eléctricas y trabajos montaje de otras instalaciones con el objeto de garantizar que los trabajos de instalación de líneas, conducciones eléctricas y acometidas a equipos se realizan sin tensión.

Cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables, los trabajos se han de organizar de forma que se evite su realización a la intemperie, cualquiera que sea el método utilizado, ya que:

- Las tormentas pueden originar descargas eléctricas en los conductores, con el consiguiente riesgo de sobretensión en la instalación.
- La lluvia y otras precipitaciones pueden reducir drásticamente el aislamiento de los equipos utilizados.
- El viento puede dificultar el control de las distancias de seguridad y afectar a la estabilidad de los trabajadores y de los equipos de trabajo.

ACCIONES SOBRE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Las instalaciones de electricidad se deben realizar conforme a lo establecido en el proyecto de la obra, y, en particular, a lo indicado en los planos y detalles de ejecución. El proceso de ejecución de estos trabajos varía en función de los tipos de instalaciones a realizar, los métodos de trabajo a llevar a cabo (trabajos sin tensión, con tensión o trabajos de maniobras, verificaciones o pruebas), las zonas y lugares de trabajo donde se vayan a ejecutar las instalaciones eléctricas (trabajos en altura, en zanjas, salas de instalaciones, etc.), y los materiales y equipos de trabajo a utilizar.

TRABAJOS DE ELECTRICIDAD

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican a continuación:

- Las operaciones elementales tales como, por ejemplo, conectar y desconectar en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones han de realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.

- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido tiene que asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija tales como, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

- Los trabajos en tensión en instalaciones en baja tensión, en los que se debe seguir el "método de trabajo en contacto

En aquellas operaciones que requieran realizar las tareas a ras del suelo, de rodillas o en cuclillas y con la espalda flexionada, se debe intentar alternar las posturas, evitar permanecer grandes periodos de tiempo con la espalda flexionada, cambiar a posiciones en rodillas (usando unas rodilleras adecuadas), en cuclillas (usando almohadillas para los gemelos), e incluso intentar sentarse en algún elemento (cubo, taburete bajo, etc.), que tenga a su alrededor. También se pueden utilizar almohadillas (plantilla moldeada, tapete o cojín para el apoyo de las rodillas) y plataformas rodantes para apoyo de rodillas y de cubos.

Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deben proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se han de elegir de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se tienen que utilizar, mantener y revisar siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se deben ajustar a la normativa específica que les es de aplicación.

Los trabajadores han de disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo tiene que señalizarse o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deben tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En los requisitos generales para la realización de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones existen aspectos comunes a los que se aplican a los trabajos en tensión. En ambos casos, es necesario estudiar una sistemática específica de ejecución antes de comenzar el trabajo, que requiere la definición de la secuencia de operaciones a realizar por los trabajadores involucrados.

De forma análoga, es preciso utilizar una serie de equipos de protección individual y de protección colectiva para trabajos eléctricos, dentro del mismo repertorio que los utilizados para realizar trabajos en tensión o para realizar las maniobras destinadas a suprimir la tensión.

Entre las tareas y operaciones a realizar conviene distinguir las maniobras del resto de los trabajos (mediciones, ensayos y verificaciones):

Maniobras

A diferencia de lo establecido para la ejecución de trabajos en tensión, los cuales sólo pueden ser efectuados por trabajadores cualificados, para realizar las maniobras locales, ya sean en baja o alta tensión, basta con ser trabajador autorizado. Esto es así porque las maniobras locales son operaciones relativamente sencillas, que no implican el montaje o desmontaje de ningún elemento de la instalación y que se llevan a cabo accionando aparatos diseñados e incorporados a la instalación con esa finalidad.

Para cada tipo de maniobra se debe elaborar una sistemática segura de ejecución que contemple lo siguiente:

- La secuencia de operaciones a realizar.
- Los equipos auxiliares y los de protección individual, requeridos.
- Las comprobaciones previas de dichos equipos.
- Los casos que pueden obligar a suspender la ejecución de la maniobra.

Mediciones, ensayos y verificaciones

Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de temperatura, de corrientes de fuga, etc. así como ensayos y verificaciones de aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.

Para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad se ha de planificar un procedimiento que garantice su realización de manera segura (por ejemplo, en principio no sería necesario planificar un procedimiento para realizar medidas triviales de tensión o de intensidad en un sencillo circuito eléctrico en BT).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En general, este procedimiento debe incluir, al menos, lo siguiente:
    - La delimitación y señalización de la zona de trabajo.
    - Los aspectos relacionados con la puesta a tierra.
    - La forma de utilizar los equipos de pruebas.

5.16.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protecciónual individ Uso general	más usuales Uso específico
		barbuquejo. Calzado aislante. Gafas inactínicas (salvo que se use pantalla facial inactínica).	
Caídas a distinto nivel.	Trabajos en balconadas, terrazas, cubiertas, escaleras interiores, etc.	Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.	
	Trabajos sobre andamios.	Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.	
	Trabajos en plataformas elevadoras móviles, cestas suspendidas, etc.	Sistemas anticaída; anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.	
Golpes, pinchazos y cortes.	Uso de herramientas manuales.	Guantes contra riesgos mecánicos.	
Sobreesfuerzos por posturas forzadas.	Trabajo de rodillas.	Rodilleras acolchadas.	
	Trabajo en cuclillas.	Cuñas para los gemelos.	
Contacto eléctrico.	Manipulación e instalación de conducciones, cableados, etc., de carácter eléctrico.	Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. Casco aislante con	Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico.

5.17 INSTALACIONES PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Las instalaciones contra incendios integrados en los equipos se deben ejecutar con sujeción al proyecto, a la legislación y normativa técnica aplicable.

5.17.1 FACTOR DE RIESGO

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Cortes, pinchazos, golpes. soportes,	▪ Manejo de máquinas portátiles y herramientas manuales para la colocación de tornillos, grapas, para la fijación de aparatos, equipos y elementos contra incendios (pulsadores, detectores, alarmas, etc.).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Con carácter específico, para esta actividad La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, a que se refiere el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, con excepción de los extintores portátiles, se debe realizar por Empresas Instaladoras debidamente habilitadas.

5.17.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	Uso específico
Golpes, pinchazos y cortes.	Uso de herramientas manuales.	Guantes contra riesgos mecánicos.	

5.18 INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES

Se entiende por infraestructura de servicios de telecomunicación de un edificio, a las instalaciones cuyas funciones son las siguientes:

- La captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales, y la distribución de las señales de radio-difusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión.

- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar a través de dicho acceso, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

- Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones que se pretendan prestar por infraestructuras diferentes a las utilizadas para el acceso a los servicios contemplados en el apartado anterior, o servicios de telecomunicaciones de banda ancha, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.18.1 FACTORES DE RIESGO

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Caídas a distinto nivel.	▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales y horizontales: colocación de conductos, anclajes y soportes en paramentos verticales y horizontales, etc. ▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, escalas, etc.). ▪ Recepción de materiales en bordes de fachada o en cubiertas. ▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.) para la colocación de conductos, tuberías, equipos de climatización, etc. ▪ Utilización de técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas (trabajos verticales).
Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.	▪ Corte de tubos y conducciones de materiales metálicos o plásticos. ▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para la colocación de anclajes, soportes, bridas, grapas, ganchos de sujeción de tuberías, conducciones, aparatos, etc. ▪ Ejecución de uniones y juntas roscadas, apriete de bridas, etc.
Proyección de partículas o materiales.	▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento. ▪ Operaciones de apoyo: corte y ajuste de tubos, conducciones, preparación de soportes, etc.
Contactos eléctricos directos e indirectos.	▪ Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte. ▪ Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas o que discurran por paramentos donde se vayan a realizar las instalaciones. ▪ Trabajos de soldadura eléctrica.

5.18.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

MONTAJE DE COMPONENTES DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN

Estas actividades se pueden llevar a cabo una vez realizados los cerramientos y las particiones internas o en algunos casos, de forma simultánea a estos trabajos u otros trabajos de acabado de la edificación. En todos estos casos, se debe prestar especial atención al solape de estos trabajos con otras actividades con el fin de evitar la caída de conducciones y otros elementos de la instalación (soportes, accesorios, etc.) sobre otros trabajadores ajenos a tal actividad, debiendo acotarse y señalizarse la zona inferior a la de trabajo.

Se ha de asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas y perimetrales, la delimitación y señalización de los medios auxiliares utilizados para la recepción y colocación de los elementos y las piezas, así como de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras o escaleras).

Se tienen que organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.

- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se compruebe que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.

- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Las conducciones, cables y elementos que se vayan a colocar en altura y que requieran adaptación se han de izar y transportar ya conformados a la medida definitiva, con el objeto de evitar la realización de estas operaciones en la zona de instalación.

Se tienen que utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc.).

En las operaciones de instalación y apriete, colocación de grapas, accesorios y soportes debe ser prioritaria la utilización de herramientas adecuadas, si pueden ser electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

Para ejecutar los pasamuros se ha de comprobar que no existen otras instalaciones que discurran por su interior (cables eléctricos, tuberías de gas, etc.).

En la instalación de elementos de telecomunicaciones sobre cubiertas (antenas), el montaje de estos equipos no se ha de ejecutar haber instalado las protecciones perimetrales pertinentes (andamio de fachada o balaustres sobre el peto) dado que la cubierta no es transitable, será obligatorio el empleo de dispositivos anticaídas.

FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Con carácter específico, para esta actividad:

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, a que se refiere el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, se debe realizar por Empresas Instaladoras de telecomunicación inscritas en el Registro de empresas instaladoras de telecomunicación, de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

carácter público y de ámbito nacional, que, a tal efecto, se crea en la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información

5.18.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general / Uso específico
Caídas a distinto nivel.	Trabajos en balconadas, terrazas, cubiertas, escaleras interiores, etc.	Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.
	Trabajos sobre andamios.	Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc..
	Trabajos en plataformas elevadoras móviles, cestas suspendidas, etc.	Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.
Golpes, pinchazos y cortes.	Uso de herramientas manuales.	Guantes contra riesgos mecánicos.
Sobreesfuerzos por posturas forzadas.	Trabajo de rodillas.	Rodilleras acolchadas.
	Trabajo en cuclillas.	Cuñas para los gemelos.
Proyecciones	Taladros, preparación de anclajes	Gafas

5.19 PINTURA

Con carácter general, para los trabajos de aplicación de pinturas se deben considerar como principales riesgos y factores de riesgo los que se identifican a continuación:

5.19.1 FACTOR DE RIESGO

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Atropellos. plataformas	Interferencia de zonas de paso peatonal con zonas de movimiento de elevadoras móviles tanto en interiores, como en exteriores.
Caídas a distinto nivel.	Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas. ▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.). ▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares, andamios, plataformas elevadoras, etc., para la aplicación de pinturas. ▪ Vuelco/desplome de medios auxiliares, andamios, plataformas elevadoras, etc. ▪ Tareas de aplicación de pintura de interiores en emplazamientos con aberturas verticales u horizontales tales como, por ejemplo: Paramentos (suelos, techos, pilares, etc.) próximos a atrios, etc
Caídas al mismo nivel.	Limpieza irregular de las zonas de trabajo. ▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito (edificación y medios auxiliares). ▪ Superficies de tránsito o trabajo irregulares o con desniveles. ▪ Iluminación insuficiente de la zona de trabajo.
Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos. pequeños	Movimiento de material con maquinillo, etc. Manipulación y transporte manual de otros materiales (cubos, carretillas, objetos, etc.) y herramientas. ▪ Manipulación, montaje, utilización y desmontaje de andamios.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Factor de Riesgo	Fuente potencial generadora del riesgo
Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.	Con objetos o materiales inmóviles. Manejo de máquinas y herramientas manuales.
Proyección de partículas o materiales.	Tareas de preparación de mezclas y tareas de aplicación de la pintura.
Vuelco o desplome de máquinas y otros equipos de trabajo.	▪ Instalación inadecuada de andamios (con elementos prefabricados apoyados plataformas elevadoras sobre mástil, andamios colgados, torres de trabajo), andamios de borriqueta y escaleras de mano. ▪ Inspección periódica insuficiente o mantenimiento deficiente de los elementos componentes de andamios (con elementos prefabricados apoyados, plataformas elevadoras sobre mástil, andamios colgados, torres de trabajo) y plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP). ▪ Utilización inadecuada de plataformas elevadoras móviles de personal para la ejecución de los trabajos.
Incendios y explosiones.	▪ Manipulación de productos inflamables.
Contactos eléctrico directos e indirectos.	▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes. ▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo. ▪ Trabajos con equipos eléctricos (pistolas, batidoras, etc.) mal aislados o defectuosos. ▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra.
Inhalación de polvo.	▪ Operaciones de raspado, lijado (a mano) y preparación del soporte. ▪ Manipulación y aplicación de pinturas y disolventes.
Inhalación de gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.	▪ Manipulación de pinturas y disolventes, etc. ▪ Trabajos de aplicación de pinturas en espacios con escasa ventilación (VLA superior al permitido). ▪ Acceso a almacenes con escasa ventilación (VLA superior al permitido).
Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.	▪ Preparación de mezclas. ▪ Utilización de pinturas y disolventes.
Exposición a ruido.	▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido, propios de la actividad (batidoras, pistolas, lijadoras, etc.) o por actividades simultáneas.
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.	▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de trabajos cercanos al suelo o en zonas de superficie reducida. ▪ Posiciones forzadas para acceder al pintado de zonas difíciles. ▪ Levantamiento continuo de brazos por aplicación de pintura por encima de la cabeza. ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (pintura, etc.). ▪ Movimientos repetitivos de brazos y mano-muñeca. ▪ Manipulación manual de recipientes pesados (cubos de pintura, etc.). ▪

5.19.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Estudios preliminares

Previamente a la realización de la aplicación de pinturas en fachadas, paramentos interiores o estructuras, se deben planificar las tareas a realizar con el objeto de evitar incidencias posteriores. Para ello, se han de analizar una serie de factores previos a la ejecución de los trabajos que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores, tales como, por ejemplo:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las alturas de trabajo que se tienen que alcanzar para la aplicación de pinturas.
- Los equipos empleados.
- El emplazamiento de las zonas de trabajo: medios auxiliares, proximidad a huecos o aberturas verticales en paramentos, huecos interiores horizontales o verticales, huecos de escaleras interiores.
- Los sistemas de protección a utilizar (barandillas, redes, etc.) y su eficacia.
- Las zonas de paso y acceso a planta, la señalización y delimitación de los espacios de trabajo y acopio, la simultaneidad con otros trabajos, etc.

En la misma línea, para la selección del tipo de pintura más adecuada a aplicar, se deben realizar las siguientes acciones previas:

- Identificación de tipo de fachada, paramento o estructura (material que la compone) y su acabado.
- Definición de la tipología del acabado, su técnica de aplicación y equipos de trabajo a utilizar con sus características específicas.

Definición de la tipología de pintura a aplicar e identificación de sus especificaciones técnicas:

- Ficha de datos de producto (permeabilidad al agua, resistencia al fuego, etc.).
- Ficha de datos de seguridad (toxicidad de sus componentes, límites de exposición a agentes químicos (VLA), riesgos de incendio y explosión, equipos de protección individual recomendados, etc.).

Posible afección a terceros.

En función de los paramentos (interiores y exteriores) y estructuras o elementos a pintar, así como del proceso de ejecución de estas tareas, se deben determinar los distintos medios auxiliares más adecuados (andamios tubulares apoyados, plataformas elevadoras sobre mástil, andamios colgados, andamios de borriquetas, torres de trabajo, plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP), etc.) a utilizar para posibilitar los trabajos en altura, teniendo en cuenta su adaptabilidad al proceso productivo, la mejora de las condiciones de seguridad de los usuarios y los requisitos legislativos y técnicos que les son de aplicación en cada caso.

Asimismo, se tiene que realizar un análisis de los distintos sistemas de protección colectiva que se pueden utilizar con el objeto de seleccionar los más adecuados a la tipología de obra y al proceso constructivo particular. En este estudio se debe considerar entre otros factores:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La selección de sistemas de protección colectiva que cumplan con los requisitos normativos de carácter tanto reglamentario, como técnico, que les sean de aplicación.
- La idoneidad de dichos sistemas de protección frente a las alturas de trabajo que se han de alcanzar.
- La idoneidad de los elementos de fijación y anclaje de los citados sistemas de protección, de forma que:
    - Sean adecuados y compatibles para la instalación posterior de los sistemas de protección.
    - Sean compatibles con el proceso productivo y garanticen su estabilidad en el tiempo con el fin de evitar su retirada por una mala ubicación e interferencia con dicho proceso de
- En su caso, la validez e idoneidad de los sistemas de protección ya instalados, en base a los parámetros y requisitos anteriores.

Además, se tiene que efectuar un estudio de las características de las zonas de trabajo, con el objeto de prever las zonas de paso y acceso, la señalización y delimitación de los espacios de trabajo y acopio, etc.

ACONDICIONAMIENTO DEL ENTORNO DE LA ZONA DE TRABAJO

En este apartado se determinan los criterios que deben imperar en el acondicionamiento del entorno de la zona en la que se van a realizar los propios trabajos de aplicación de las pinturas en interiores. En este sentido, durante la ejecución de estos trabajos, con independencia de las propias medidas preventivas de aplicación a cada actividad / tarea, se han de adoptar otras medidas complementarias que afectan al entorno de trabajo.

En esta línea, cabe considerar que dichos acabados (pinturas) en el interior de la edificación se ejecutan, generalmente, al final del proceso constructivo, por lo que el edificio presenta ya ejecutado el cerramiento del edificio, las compartimentaciones interiores, las instalaciones, los solados y techos, etc., lo que implica que la existencia de los riesgos de caídas a distinto nivel por motivos ajenos a los medios auxiliares utilizados en la aplicación de pinturas se vean muy reducidos y limitados. En cualquier caso, se tiene garantizar que se dispone de las protecciones colectivas correspondientes tanto en los accesos, como en los perímetros, aberturas verticales en pasillo y distribuidores, huecos interiores que aún se mantienen abiertos, etc., y que son acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse. En este sentido, pueden considerarse, entre otros y según tipología constructiva, la aplicación de las siguientes medidas preventivas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medidas de prevención / protección orientadas a instalar según zonas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
EN TODAS LAS PLANTAS							
Desde PEMP			*	*			
A nivel de suelo junto a ventanas	*		*	*			

Sistemas de protección de borde	Redes de seguridad	Otros sistemas
P1 Balaustres y barandillas fijados mediante sistema de apriete. P2 Balaustres y barandillas sobre casquillo empotrado / de fijación mecánica / soldado P3 Barandilla de protección del elemento auxiliar.	P4 Red de seguridad vertical. P5 Red de seguridad sistema "U".	P6 Línea de anclaje UNE 795 / Punto de anclaje. P7 Peldañeado en escaleras.

En esta misma línea, según las características y las condiciones del tipo trabajo a realizar, su emplazamiento y uso de medios auxiliares, durante la aplicación de pinturas en interiores se puede considerar la utilización de, entre otras, las medidas siguientes:

Medidas de protección orientativas a instalar para la aplicación de pinturas en interiores	P1	P2 P5	P3	P4	P6	P7	P8	P9	P10
Planta baja o niveles inferiores									
Trabajos próximos* a bordes de forjado o huecos interiores *** Distancia a borde > 2 m**									
Trabajos en bordes de forjado o huecos interiores *** Distancia a borde < 2 m**									
Trabajos en paramentos interiores de escaleras									
Andamios de elementos prefabricados apoyados	*				*				
Plataformas elevadoras	*		*				*		
Andamios de borriquetas o similar	*		*				*		
Torres de trabajo o andamios móviles	*		*				*		

Sistemas de protección de borde	Redes de seguridad	Otros sistemas
P1 Barandillas propias del medio auxiliar. P2 Sistemas de protección provisional de bordes en forjados. P3 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de protección de bordes de suelo a techo).	P4 Red de seguridad vertical. P5 Red de seguridad horizontal.	P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m. P7 Malla mosquitera o similar, para cubrición de red vertical u horizontal (retención de materiales). P8 Sistemas de oclusión de huecos (tapa de madera o elemento resistente similar). P9 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto de anclaje. P10 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Acciones previas sobre los medios auxiliares

Se recuerda que según se indica en el convenio de la construcción la utilización de una escalera de mano cómo puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en las que la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada, por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

Consideraciones previas sobre los andamios en general.

En lo referente a los andamios a utilizar para posibilitar los trabajos en altura, se debe garantizar:

- La compatibilidad de dichos equipos con el proceso productivo previsto.
- La adaptabilidad de estos al entorno de trabajo y a la alineación del paramento donde se van a utilizar dichos equipos de trabajo.
- El conocimiento de las superficies (características, resistencia y nivelación) sobre las que se van a apoyar o utilizar los citados equipos.

En el caso de ser necesaria la utilización de andamios de elementos prefabricados apoyados para el montaje, entre otros, de instalaciones en fachadas o grandes superficies en altura, se ha de atender a las siguientes consideraciones:

- Si ya existiese andamio por haberse éste utilizado e instalado para la ejecución de algún otro trabajo anterior, se tendrá que garantizar su adecuación en base a la realización de una inspección periódica.
- Si no existiese andamio, se deberá evaluar la posibilidad de utilizar otro tipo de medio auxiliar (tales como, por ejemplo, plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)).

Si lo anterior no fuese posible y resultase necesaria la instalación del andamio, se habrá de garantizar la realización de un estudio previo (cálculo de resistencia similar) que asegure la estabilidad de este frente a hundimientos.

La realización de un plan de montaje, utilización y desmontaje en los siguientes casos:

Casos en los que es preciso realizar un plan de montaje, utilización y desmontaje de andamios	
Plataformas suspendidas de nivel variable.	
Plataformas elevadoras sobre mástil.	
Andamios con elementos prefabricados apoyados.	Con una altura apoyo – coronación > 6 m.
	Con elementos horizontales que salven vuelos y distancias entre apoyos > 8 m.
Andamios en el exterior: azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores con una distancia nivel de apoyo – nivel de terreno > 24 m.	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Casos en los que es preciso realizar un plan de montaje, utilización y desmontaje de andamios
Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a una altura > 6 m desde el punto de operación hasta el suelo.

Cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado CE (p. ej. plataformas suspendidas de nivel variable, plataformas elevadoras sobre mástil), por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

En el caso de aquellos tipos de andamios normalizados -p. ej. metálicos tubulares prefabricados o torres de acceso móviles- que no pueden disponer de marcado CE -por no haberse adoptado dicha existencia legal en el ámbito europeo- pero sus fabricantes se han sometido a la realización de los ensayos exigidos por Documentos de Armonización Europeos y cuentan con el correspondiente certificado de ese producto expedido por un organismo nacional de certificación, mientras no se establezca la exigencia de marcado CE, se aplicará la posible sustitución del plan por las instrucciones del fabricante, siempre que el andamio se monte según la configuración tipo establecida en las citadas instrucciones y para las operaciones y usos indicados por el mismo.

Asimismo, será preciso realizar un cálculo de resistencia y estabilidad, cuando:

- No se disponga de nota de cálculo del tipo de andamio a utilizar.
- Las configuraciones estructurales previstas, no estén recogidas en la nota de cálculo.
- No pertenezcan a ninguna configuración tipo reconocida por el fabricante.

En relación con la instalación de andamios, se debe atender a las consideraciones descritas en la siguiente tabla:

Niveles de capacitación para el desempeño de funciones en la instalación de andamios (Real Decreto 1215/1997 – utilización de equipos de trabajo –)

OPERACIÓN	CAPACITACIÓN REQUERIDA	
	CON PLAN DE MONTAJE	SIN PLAN DE MONTAJE
Realización del plan de montaje y del cálculo de resistencia y estabilidad.	Persona con formación universitaria que lo habilite.	

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

OPERACIÓN	CAPACITACIÓN REQUERIDA	
	CON PLAN DE MONTAJE	SIN PLAN DE MONTAJE
Dirección técnica del montaje, desmontaje y eventuales modificaciones sustanciales.	Persona con formación universitaria o profesional que lo habite.	Persona con formación universitaria o profesional que lo habilite.
Ejecución del montaje, desmontaje y eventuales modificaciones sustanciales.		Persona con experiencia certificada por el empresario en dicha materia > 2 años formación preventiva, como mínimo, de nivel básico (sector construcción).
Inspección antes de sus puesta en servicio, periódicamente, y después de períodos de no utilización, modificaciones, etc.		Trabajadores con formación adecuada y específica.(*) Persona con formación universitaria o profesional que lo habilite.

(*) Los instaladores de andamios han de acreditar una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos, destinada en particular a:

1. *La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.*
2. *La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.*
3. *Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.*
4. *Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.*
5. *Las condiciones de carga admisible.*
6. *Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.*

Consideraciones previas sobre las torres de trabajo (castilletes/ andamios móviles)

Cuando se utilicen torres de trabajo para trabajos a más de 6 m de altura, se debe garantizar la redacción de un plan de montaje, utilización y desmontaje. No obstante, en aquellos casos en los que el fabricante de la torre se ha sometido a la realización de los ensayos exigidos por Documentos de Armonización Europeos y cuenta con el correspondiente certificado del equipo expedido por un organismo nacional de certificación, se podrá sustituir el citado plan por las instrucciones del fabricante, siempre que el andamio se monte según la configuración tipo establecida en las citadas instrucciones y para las operaciones y usos indicados por el mismo.

En cualquier caso, se ha de garantizar que:

- Las plataformas de trabajo a utilizar son, como mínimo, de 0,60 m de ancho, y disponen de dispositivos de seguridad frente a eventuales deslizamientos o basculamientos.

- El acceso a las plataformas de trabajo no genera riesgos añadidos a los usuarios, incorporando escalas o escaleras interiores.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- El suelo sobre el que se desplace la torre es capaz de aguantar el peso total y esté liso y nivelado.
- En ningún caso se supera la capacidad carga para la que está diseñada (consultar fabricante).
- Si la torre se dispone sobre ruedas, la misma está provista de dispositivos que permiten su inmovilización.

En emplazamientos con riesgo de caída a distinto nivel (perímetros y aberturas verticales de fachada, bordes de forjados o losas, huecos horizontales, escaleras, etc.), se debe prever la utilización de alguno de los siguientes dispositivos:

- Estabilizadores: aumentan las dimensiones eficaces de la base de la torre aumentando su estabilidad.
- Lastres o contrapesos: incrementa la resistencia de la torre al vuelco.

Consideraciones previas sobre los andamios de borriquetas y asimilados

La utilización de este tipo de andamios debe limitarse a alturas de trabajo no superiores a 3 m. A partir de esta altura, es conveniente utilizar otros tipos de andamios (torres de trabajo, etc.).

En el caso de utilizar andamios sobre borriquetas, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los caballetes de apoyo tienen que ser preferentemente metálicos y, cuando sea preciso, se debe asegurar que el apoyo de estos está protegido contra deslizamientos mediante sujeción o mediante dispositivos antideslizantes (durmientes de madera).
- En relación con las plataformas de trabajo, se ha de considerar lo siguiente:
- Tienen que ser, preferiblemente, metálicas o de tablero reforzado. En el caso de utilizar tablones de madera sana, éstos deben ser, como mínimo, de 7 cm de espesor, y estar carentes de nudos y grietas que puedan ser origen de roturas.
- El ancho mínimo de la plataforma ha de ser de 60 cm, debiendo asegurar su nivelación horizontal.
- Las plataformas se tienen que sujetar a las borriquetas de manera que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.
- Para longitudes de más de 3 m, se deben emplear 3 caballetes.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se han de cargar, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.
- Dichos equipos tienen que disponer de barandillas resistentes de 1 m de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapié de 15 cm, cuando se empleen:
    - En lugares con riesgo de caída desde más de 2 m de altura.
    - Para realizar trabajos en los que se utilice maquinaria que pueda dar lugar a retrocesos (martillos neumáticos, etc.).

Consideraciones previas sobre las escaleras manuales

Es recomendable utilizar escaleras de mano que cumplan las normas de la serie UNE-EN-131.

Se recomienda limitar el uso de dichas escaleras a aquellas situaciones en las que es preciso posibilitar el acceso a lugares de difícil acceso y para trabajos ligeros y de muy corta duración. En este último caso, preferentemente, se deben utilizar escaleras dobles o de tijera, con base ancha o estabilizadores, elementos antideslizantes en base, peldaño ancho y, en su caso, plataforma de trabajo con barandilla de seguridad.

Consideraciones previas sobre las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)

Existe una amplia gama de plataformas elevadoras. Todas ellas deben estar dotadas de todos los elementos de control y seguridad que las hagan aptas para su utilización por personas. Las más utilizadas para la ejecución de trabajos de montaje de instalaciones en altura son las de tijeras, las telescópicas articuladas sobre orugas o ruedas (tipo araña) y las verticales telescópicas.

Se ha de disponer del manual de instrucciones de la máquina, donde se incluye información sobre los exámenes y ensayos periódicos a realizar (estructura, corrosión, sistemas, dispositivos de seguridad, velocidades, etc.).

Dichas máquinas tienen que ir provistas de:

- Placa de identificación.
- Placa de características.
- Diagrama de cargas y alcances.

En lo relativo a la plataforma de trabajo, las citadas máquinas deben indicar: la carga nominal en kg (con el nº autorizado de personas) y la velocidad máxima admisible del viento.

Antes de la utilización de las referidas máquinas, se ha de:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Comprobar que las mismas se encuentran en buen estado de mantenimiento. En este sentido, se tiene que revisar: el nivel de los fluidos, los elementos de seguridad, los posibles defectos peligrosos (corrosión, agrietamiento, etc.) que pudieran existir, y los sistemas de alarma (inclinación, apoyo, etc.).

- Verificar las rutas de acceso y desplazamiento y sus resistencias. Se deben reconocer el terreno y los posibles obstáculos que pudieran existir en la elevación o el desplazamiento.

- Utilizar los gatos estabilizadores (cuando disponga de ellos) y seguir lo indicado en los diagramas de cargas y distancias, conforme a lo determinado por el fabricante.

Los operarios de dichas máquinas han de utilizar un arnés unido a un punto resistente de la plataforma indicado para tal fin, en aquellos casos en los que el fabricante así lo indique o como complemento a la protección colectiva del equipo auxiliar cuando no quede totalmente eliminado el riesgo de caída a distinto nivel.

ACCIONES PREVIAS SOBRE EL SOPORTE

Para que un recubrimiento pueda cumplir totalmente su misión, o sea, proteger el soporte, es necesario que aquél y la capa protectora se adhieran lo más firmemente posible. La condición principal para una buena adherencia de la pintura es la realización de una adecuada preparación del soporte.

Para la preparación del soporte, se deben utilizar los medios auxiliares adecuados y en las condiciones de montaje y uso determinadas por el fabricante

APLICACIÓN DE PINTURA

Aunque es habitual el empleo de sistemas de mangos telescópicos que permiten a los trabajadores el acceso a las zonas más elevadas sin necesidad de subirse a andamios, escaleras o plataformas, sin embargo, estos mangos no evitan la adopción de ciertas posturas inadecuadas, fundamentalmente de cuello. Aun así, es importante disponer de diferentes accesorios que permitan regular la longitud en función de las necesidades del trabajo. Éstos deben ser lo más ligeros posibles y con un ajuste y agarre cómodo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mangos telescópicos





Alargadores extensibles



Acciones sobre las máquinas y otros equipos de trabajo

Previamente a la ejecución de los trabajos, debe garantizarse la adecuación de los útiles y equipos auxiliares a utilizar durante la ejecución de esta actividad. Con el objeto de asegurar su mantenimiento en tiempo y forma, se ha de cumplir con el plan de mantenimiento preventivo de los mismos, y acorde a cada uno de los equipos.

En relación con la elevación de recipientes voluminosos y pesados, se tienen que considerar el peso y volumen de estos con el fin de garantizar la utilización de medios de elevación con una capacidad de carga superior y acorde a las necesidades.

Se ha de garantizar, previo a la elevación y transporte de cargas (cubos de pintura, recipientes, etc.), que los aparejos de izado o elevación son adecuados a la carga de cada uno de ellos, son acordes a la normativa vigente y se encuentran en correcto estado de uso (plan de mantenimiento y revisiones).

Acciones frente a los riesgos higiénicos

El ambiente térmico es muy variable en función de la época del año, las condiciones atmosféricas, la hora del día y el lugar en el cual se desempeña la tarea. Las situaciones de calor y frío intensos pueden ser habituales durante la ejecución de los trabajos de aplicación de pintura ya que en exteriores se trabaja a la intemperie, y en interiores, pueden existir entornos de trabajo abiertos con el objeto de favorecer la ventilación de la zona de trabajo. En este sentido, la tabla que se muestra a continuación determina unos criterios básicos a considerar para minimizar las posibles consecuencias derivadas de una posible exposición a situaciones de temperatura extrema durante esta actividad.

Medidas básicas de aplicación frente al ambiente térmico

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TRABAJADOR / LOCALIZACION	MEDIDA
Trabajos de aplicación de pintura.	1. Asignar y utilizar ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente. 2. En épocas de calor: 1. Garantizar que los puestos de trabajo tengan fácil accesibilidad a recipientes con agua potable. 2. Tratar de organizar las tareas para intentar evitar las horas de calor más intenso. 3. Si fuese preciso, establecer turnos de trabajo mediante rotación de tareas.

Iluminación

En todo momento debe existir una correcta iluminación de las zonas de trabajo, garantizando como valor general los 100 lux, y teniendo en cuenta la tipología de las exigencias de los trabajos que se van a desarrollar.

En aquellos casos en los que sea preciso realizar trabajos nocturnos, se ha de reforzar la iluminación en los pasillos de acceso y en las zonas específicas de trabajo.

Ruido

Generalmente, los trabajos y operaciones asociados a la ejecución de las actividades de aplicación de pintura en fachadas, estructuras, paramentos interiores, suelos y elementos de carpintería y cerrajería no son fuente generadora de ruido continuo y, por ello, en principio, no resulta preciso establecer un estudio pormenorizado del nivel sonoro.

Los trabajadores deben disponer de un protector auditivo para su utilización durante el corte y ajuste de materiales de madera o plástico de forma continua.

Contacto / Inhalación de sustancias químicas

Durante la ejecución de los trabajos de aplicación de pinturas los trabajadores están expuestos a distintos tipos de sustancias químicas que pueden provocarles daños en su salud. Esta exposición se produce, fundamentalmente, durante la manipulación y aplicación de pinturas, disolventes, etc., que pueden ser tóxicos, irritantes o corrosivos al entrar en contacto con la piel o al inhalar las posibles partículas, vapores o gases que pueden emitir durante su utilización.

Se debe evaluar el riesgo de exposición de los trabajadores a dichas sustancias químicas. En este sentido, es esencial considerar la información proporcionada tanto por la ficha de datos de seguridad de cada una de las sustancias empleadas (facilitada por el fabricante), como por la etiqueta de sus envases, así como identificar la existencia de trabajadores con posibles problemas respiratorios, asma, etc., que vayan a verse afectados por una posible exposición a partículas, gases o vapores en las zonas de trabajo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En principio, esta evaluación ha de incluir la medición de las concentraciones de partículas, gases o vapores que pueden existir en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el correspondiente valor límite ambiental legalmente establecido. Sin embargo, esta medición no será necesaria en los casos en los que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de esta.

Con carácter general, y salvo que un estudio de detalle basado en mediciones indique la necesidad de aplicar otras acciones, se deben aplicar las medidas básicas siguientes:

- Mantener una buena ventilación.
- Adoptar medidas higiénicas adecuadas tanto personales, como de orden y limpieza, tales como, por ejemplo: no comer, beber o fumar durante la realización de las tareas, así como guardar una profunda higiene personal en manos y caras antes de tomar cualquier alimento.
- Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos.
- Reducir al mínimo la duración e intensidad de las exposiciones.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gorro y mascarillas de protección respiratoria adecuados a cada caso concreto.

Se debe atender a las advertencias indicadas tanto en la ficha de datos de seguridad del producto, así como en las etiquetas de los recipientes o envases.

Los trabajos se han de organizar de forma que se evite la producción tanto de concentraciones inflamables o explosivas de vapor en el aire, como de concentraciones de vapor superiores a los límites de exposición profesional (VLA).

Cuando se trabaje con altas temperaturas, y como consecuencia de la descomposición térmica de las pinturas en productos peligrosos, se han de organizar los trabajos de forma que se evite:

- Dejar recipientes de pinturas en zonas expuestas al sol, o próximas a fuentes de calor.
- Abrir recipientes de pinturas expuestos a calor (sol, etc.).
- Se tiene que garantizar que la pintura no se mezcla con productos incompatibles. Para ello, se debe consultar la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados.
- No se debe fumar durante la aplicación de pinturas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Si la ventilación natural en la zona de aplicación no fuese suficiente para mantener la concentración de partículas y vapores por debajo de los límites de exposición profesional durante el trabajo, se ha de instalar un sistema de ventilación / extracción forzada. De forma complementaria, debe utilizarse un equipo de protección respiratoria apropiado.

En cualquier caso, y en espera de la realización de un estudio de exposición más detallado, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la siguiente tabla:

Medidas básicas de aplicación frente a productos químicos

LOCALIZACION	MEDIDA
Aplicación de pinturas, aplicar. **disolventes, etc.** sensibilizaciones	1. Solicitar al fabricante la ficha de datos de seguridad de la pintura o producto a 2. Evitar el contacto con la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o cutáneas a los productos que componen las pinturas y disolventes. 3. Garantizar y mantener una buena ventilación (natural o forzada) durante su aplicación. 4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro adecuado en función de la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados.

Partículas en suspensión, humos, gases o vapores

Con carácter general anterior, durante los trabajos de aplicación de pinturas y disolventes se han de tener en cuenta las medidas básicas siguientes:

- Restringir el acceso a las zonas de trabajo al personal ajeno a los mismos.
- Extremar la higiene personal. Los trabajadores expuestos a estos materiales deben ducharse y vestirse con ropa limpia. No han de llevar a casa la ropa contaminada.
- Utilizar una mascarilla de protección respiratoria con filtro específico para gases y vapores durante la aplicación del producto.
- Si ello fuera necesario, utilizar una mascarilla con filtro mecánico durante las tareas de lijado.

Acciones frente al riesgo eléctrico

En todo momento se debe cumplir con lo determinado tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T.).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En función de los emplazamientos de aplicación de pinturas en la obra, como mínimo, es preciso realizar una distribución adecuada de cuadros secundarios, en función de las zonas de trabajo en las que se va a actuar simultáneamente.

Los cuadros secundarios y cableados se han de disponer de manera que no se vean afectados por el tránsito de vehículos ni por acopios de materiales con el fin de evitar el deterioro de las mismas (especialmente su rotura).

Con el objeto de prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la zona de trabajo, no se han de efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello, los trabajos tuvieran que realizarse, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica provisional, con el objeto de garantizar la revisión periódica de la misma.

Acciones frente al riesgo de incendio y explosión

Los almacenes de materiales inflamables se han de realizar en lugares frescos, bien ventilados y alejados de otros almacenes de productos inflamables, manteniendo en todo momento los recipientes herméticamente cerrados para evitar la posibilidad de creación de concentraciones de vapores en el aire, inflamables o explosivos.

Se debe atender a lo determinado en las fichas de datos de seguridad de los productos (pinturas y disolventes) con el objeto de conocer las incompatibilidades de almacenamiento con otros productos.

Asimismo, y a modo orientativo, en la zona de aplicación no ha de mantenerse más recipientes de los que se vaya a aplicar, como mucho, en el día, especialmente, aquéllos que pueden generar concentraciones de vapores peligrosas.

En el caso de que la distribución de materiales se realice directamente en plantas, se debe garantizar la ubicación de dichos materiales en zonas alejadas de los posibles focos de ignición o trabajos en caliente (soldadura) identificados. Si lo anterior no fuese posible, estos materiales se cubrirán con elementos ignífugos (lonas o similar), además de tratar de aislar las zonas de trabajo que pueden ser origen de la ignición.

Se ha de garantizar la accesibilidad de los equipos de extinción a la zona de trabajo y, en su caso, de los bomberos para facilitar los trabajos y tareas de extinción.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5.19.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Relación orientativa de equipos de protección individual que se han de utilizar

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales	
		Uso general	Uso específico
Golpes y proyecciones sobre la cabeza por caída de objetos.	General.	Casco.	
Caídas a distinto nivel.	Operaciones de montaje de andamios y torres de trabajo.		Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.
	Trabajos sobre andamios.		Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.
	Trabajos en plataformas elevadoras móviles.		Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.
Golpes, atrapamientos, punzonamientos, pinchazos o cortes.	General.	Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera de acero.	
Proyección de partículas / líquidos.	Operaciones de raspados, lijados o superficiales. Preparación del soporte. Preparación de mezclas. Aplicación de pintura en fachada, estructuras, paramentos interiores, suelos, carpintería y cerrajería.	Gafas antiproyecciones, con limpiezas protecciones laterales contra salpicaduras de líquidos (EN166).	Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y gorro.
Inhalación de gases o vapores tóxicos o nocivos.	Preparación de mezclas. Aplicación de pintura en fachada, estructuras, paramentos interiores, suelos, carpintería y cerrajería.	Mascarilla con filtro específico para gases y vapores.	
Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.	Preparación de mezclas.	Guantes de goma impermeable o similar, para protección en manos. Cremas de barrera (para zonas expuestas de la piel).	
Vibraciones.	Uso de máquinas y herramientas electromecánicas (batidora, etc.).		Guantes anti-vibraciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Riesgo / Factor de riesgo	Actividad / Tarea	Equipos de protección individual más usuales Uso general	Uso específico
Sobreesfuerzos por posturas forzadas.	Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de trabajos cercanos al suelo o en zonas de superficie reducida.		Almohadillas acolchadas para rodillas y gemelos.

5.20 IZADO DE CARGAS

Este punto del plan es de aplicación a todos los trabajos de izado y descarga que deban realizarse en la obra

Quedan excluidos de esta norma los trabajos de izado y descarga por medios exclusivamente manuales., en cuyo caso se aplicarán las medidas referidas en la Manipulación Manual de Cargas.

En el seno de esta instrucción, se entiende por izado o descarga aquella operación de elevación o depósito de una carga realizado con la ayuda de maquinaria y accesorios de elevación.

Ejemplos de trabajos de izado y descarga son, entre otros, los que se relacionan a continuación:

- Descarga de elementos de acero para ferrallado de obra.
- Descarga de paneles prefabricados para encofrar y colocación posterior de los mismos en los lugares previstos para realizar el encofrado.
- Izado de elementos metálicos para soldadura de los mismos como parte de una estructura metálica
- Colocación de tuberías.
- Colocación de baterías y sus componentes.
- Colocación de transformadores.
- Izado de aparamenta.

Se conoce como maquinaria de elevación al equipo de trabajo para realizar operaciones de elevación / descenso de cargas, incluidos los elementos para el anclaje, fijación o soporte de dicho equipo. Ejemplos de maquinaria de elevación son todo tipo de grúas (grúas torre, grúas autocargantes, montadas sobre camiones, etc.), carretillas elevadoras (en su función de elevación), manipuladores telescópicos, maquinillos, garruchas, poleas, etc.

Se entiende por accesorios de elevación al componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la prensión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

comercialice por separado. También se considerarán accesorios de elevación las eslingas y sus componentes. Ejemplos de accesorios de elevación son: cuerdas, cables, cadenas, ganchos, argollas, anillos, grilletes, eslingas, trácteles, etc.

5.20.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

Los riesgos principales a tener en cuenta son:

- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Caída de objetos por derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes por objetos y herramientas.

Otros riesgos frecuentes en los trabajos de izado y descarga de materiales son:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personal al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas.
- Exposición a temperaturas ambientes extremas.

5.20.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

NORMAS GENERALES

Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a los que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.

Cuando se realicen trabajos de izado de elementos prefabricados pesados será necesaria la presencia de recurso preventivo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El personal deberá permanecer alejado del radio de acción de las máquinas o bajo cargas suspendidas.

En el caso de maquinaria móvil, ésta deberá utilizar los estabilizadores de que dispone y se evitará el estacionamiento cerca de terraplenes y zanjas.

Cuando las cargas estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán señalistas (una o varias personas) que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad.

OPERACIONES PREVIAS AL IZADO DE CARGAS

Previamente al izado de cargas el operador deberá:

- Tensar los cables, cuerdas, eslingas, etc. una vez enganchada la carga.
- Elevar ligeramente, para permitir que la carga adquiera su posición de equilibrio.
- Asegurarse de que los cables, eslingas, etc. no patinan y que los ramales están tendidos por igual.
- Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada depositarla sobre el suelo y volver a amarrarla bien.
- Si el despegue de la carga presenta una resistencia anormal, no insistir en ello. La carga puede haberse enganchado en algún obstáculo y es necesario desengancharla antes.
- No sujetar nunca los cables, eslingas, etc. en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden cogidas entre la carga y los cables.

DESPLAZAMIENTO DE CARGAS

El movimiento de izado debe realizarse solo, evitando todo balanceo de la carga al despegarse del suelo y sin efectuar tiros sesgados de la misma.

Para el desplazamiento de la carga deberán tenerse presentes las siguientes recomendaciones:

- Debe realizarse el desplazamiento cuando la carga se encuentre lo bastante alta para no encontrar obstáculos.
- Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Debe procederse al desplazamiento de la carga teniendo ante la vista al operador del aparato de izar.
- Estará acotada al paso la zona situada en la vertical de la carga.

COLOCACIÓN DE CARGAS

Para la colocación de las cargas se tendrá presente:

- No dejarlas suspendidas encima de un paso.
- Depositar la carga a ras del suelo.
- No ordenar el descenso hasta que la carga haya quedado inmovilizada.
- No balancear las cargas para depositarlas más lejos.
- Procurar no depositar las cargas en pasillos o zonas de circulación.
- Depositar la carga sobre calzos y en lugares sólidos, evitando las tapas de pozos o alcantarillas.
- No aprisionar los cables al depositar la carga.
- Comprobar la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.
- Calzar la carga que pueda rodar utilizando calzos adecuados.

TRABAJO CON CARGAS SUSPENDIDAS

Cuando sea necesario trabajar con cargas suspendidas:

- Se extremarán las precauciones, especialmente durante maniobras de sustentación de objetos para su recibido (soldaduras, abulonados, etc.). Un movimiento inesperado o no conveniente de la pieza en suspensión, puede hacer caer al operario o a los operarios que la reciben.
- Los trabajadores nunca permanecerán por debajo de las cargas suspendidas.
- No se realizarán estos trabajos en régimen de fuertes vientos.
- Los trabajadores no se aproximarán a la carga suspendida hasta que ésta no esté completamente quieta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La maniobra de acercamiento de la carga al lugar definitivo se realizará con la ayuda de cables o cuerdas guía. Nunca se dirigirá la carga con las manos.

FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Finalizados los trabajos se comprobará el buen estado de los elementos de izado, desechando aquellos que hayan podido deteriorarse.

Las eslingas, cadenas, etc. se guardarán en lugar limpio y seco o bien se colocarán en sus soportes (por ejemplo, si se dejan en el gancho de la grúa).

CONDICIONES Y USO DE LOS ELEMENTOS DE IZADO

Cada accesorio de elevación deberá llevar las siguientes indicaciones:

- Identificación del fabricante
- Especificación de la carga máxima de utilización
- Marcado CE

Cuerdas:

- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando guardacabos en los anillos de las eslingas. La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad, y se lavarán las manchas. Después de estar bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60ºC.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- No se deben utilizar en las proximidades de una llama.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.

Cables:

- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos. El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá de asegurar de que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujeta cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
    - Rotura de un cordón.
    - Reducción anormal y localizada del diámetro.
    - Existencia de nudos.
    - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
    - Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

Cadenas:

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil, por ello conviene retirar las cadenas:
  - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
  - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
- Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta de este.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.

- Las cadenas de carga en equipos de elevación deben estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

Ganchos:

- Serán de acero o hierro forjado

- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.

- No deberán construirse ganchos de fabricación casera, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.

- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.

- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.

- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.

- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.

- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.

- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:

    - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.

    - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.

    - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Argollas y anillos:

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará es el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

Grilletes:

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

Eslingas:

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
    - El propio desgaste por el trabajo.
    - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del 15- 20%.

- Los sujeta cables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.

- Las soldaduras o las zonas unidas con sujeta cables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.

▪ No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.

- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:

- Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.

- Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descanse en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.

- Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.

- Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.

- Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.

- Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujeta cables).

- Los sujeta cables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.

- Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos. Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura. Si no se sabe esta

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante: F (en kg)= 8 x d (diámetro del cable en mm)

- Las eslingas sinfín de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujeta cables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujeta cables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
- Las eslingas de cadena no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula: F (en kg) = 6 x d (diámetro del redondo en mm)
- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.

- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

Trácteles:

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
  - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
  - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
  - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
- No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
- No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
- Se deberá utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.
- Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
- Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
- Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

Poleas:

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia a disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

5.20.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad

5.21 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Se entiende por Manipulación Manual de Cargas (MMC): cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Se considera que existe "manipulación manual de cargas", sólo si el peso de la carga supera los 3 kg, ya que se pretende evitar las lesiones principalmente de tipo dorsolumbar y cuando el peso es inferior a 3 kg, se considera improbable su aparición.

5.21.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

El riesgo principal a tener en cuenta es:

- Sobreesfuerzos

Otros riesgos frecuentes en los trabajos de manipulación manual de cargas son:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas

5.21.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En los trabajos desarrollados, las operaciones que entrañen MMC no deben ocupar más de ¼ de la jornada laboral.

En ningún caso se deberán levantar cargas de peso superior a 25 kg por un solo trabajador.

En la medida de lo posible se debe evitar la manipulación manual de cargas, sustituyéndose por la automatización o mecanización de los procesos que la provocan, o introduciendo en el puesto ayudas mecánicas que realicen el levantamiento.

ACCIONES PREVIAS AL INICIO DE LA MMC

Examinar la carga antes de manipularla: localizar zonas que pueden resultar peligrosas en el momento de su agarre y manipulación (aristas, bordes afilados, puntas de clavos, etc.).

Planificar el levantamiento: decidir el punto o puntos de agarre más adecuados, dónde hay que depositar la carga y apartar del trayecto cualquier elemento que pueda interferir en el transporte.

Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA MMC EN CONDICIONES SEGURAS

Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.

Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

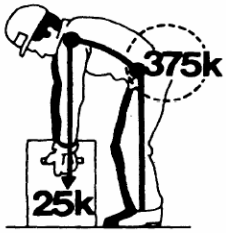
Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.

El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.

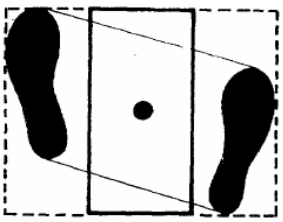
En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.





El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:



- Enmarcando la carga
- Ligeramente separados
- Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

Para levantar una carga, el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.

- Técnica segura del levantamiento:
- Situar el peso cerca del cuerpo.
- Mantener la espalda plana.
- No doblar la espalda mientras levanta la carga.

Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.

Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada. Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.

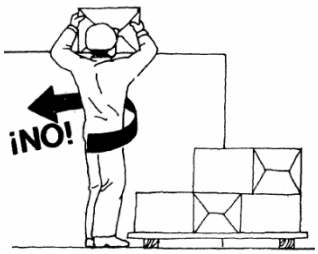


CORRECTO



NO CORRECTO

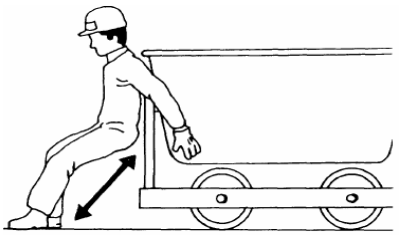
La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.



Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90º).

Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.





COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.

En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.

En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.





Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados. Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.



CORRECTO



NO CORRECTO

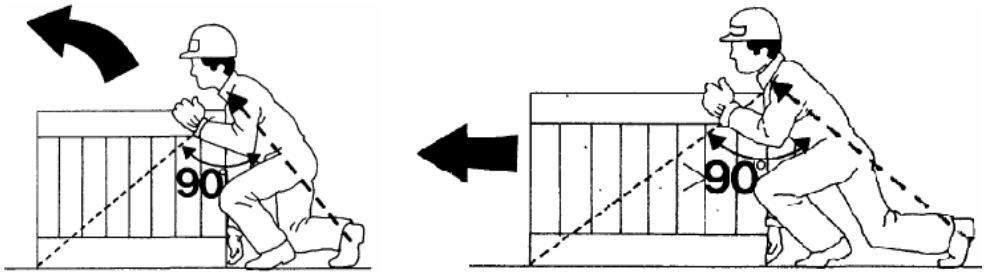
El peso del cuerpo puede ser utilizado:

- Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
- Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
- Resistiendo carretilla, el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

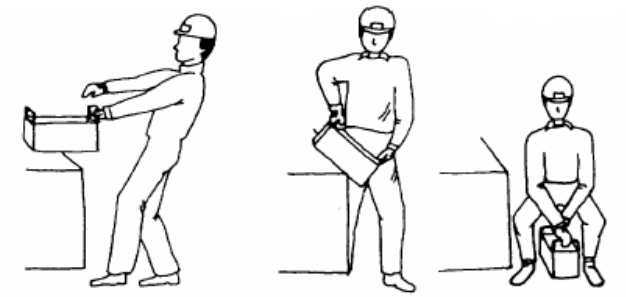
En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

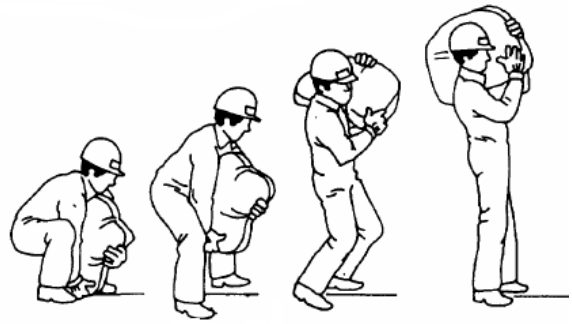
Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista. Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90º, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.



Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.



Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.



Las cargas se manejarán entre dos personas siempre que:

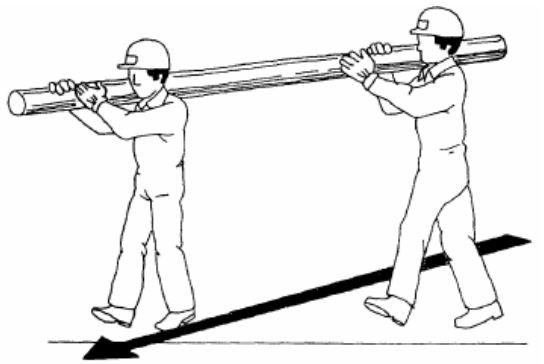
- El objeto tenga, con independencia de su peso, al menos dos dimensiones superiores a 76 cm,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cuando una persona tenga que levantar un peso superior a 25 kg y su trabajo habitual no sea el de manipulación de cargas y
- Cuando el objeto sea muy largo y una sola persona no pueda trasladarlo de forma estable.

Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios. Deberá designarse una persona (que podrá ser uno de los porteadores) que dirigirá el trabajo y que deberá:

- Evaluar el peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir;
- Explicar los ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc. y
- Decidir la situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).



El transporte se deberá efectuar:

- Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
- A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
- Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

5.21.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando sea necesario)
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares (cuando sea necesario)
- Botas de seguridad

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE TRABAJO

6.1 MAQUINARIA EN GENERAL

- La máquina cumplirá con todos los requisitos establecidos por el y por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. y RD. 1215/1997, por lo que deberá ir provista de marcado CE, Declaración CE de Conformidad y Manual de Instrucciones en castellano.

- Está prohibido situarse en el radio de acción de la maquinaria o debajo de cargas suspendidas.

- La maquinaria autopropulsada estará dotada de señalización luminosa (rotativo), que mantendrá en funcionamiento durante toda la jornada, y señalización acústica de marcha atrás. Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad en todo momento, en las máquinas que dispongan de él de fábrica. No se transportará en ésta a más ocupantes que los permitidos por el fabricante según su configuración. Sus operadores dispondrán de permiso de conducción.

- Los equipos de trabajo serán utilizados exclusivamente por personal formado y autorizado, siempre según las instrucciones del fabricante. Su mantenimiento o reparación se realizará únicamente por personal especializado y siempre con el motor apagado o desconectado de su fuente de alimentación.

- Los cables de alimentación de los equipos eléctricos tendrán su aislamiento en perfecto estado. Cuando sea necesario, deberán protegerse para evitar su deterioro. Todas las conexiones se realizarán con los enchufes reglamentarios, no permitiéndose la realización de empalmes.

- Si permanece algún trabajador sobre la caja de camiones grúa u otros camiones, los hastiales de la misma, deberán permanecer subidos en todo momento, evitando así el riesgo de caída.

- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales de los cuadros eléctricos.

- Las máquinas dispondrán de los resguardos y dispositivos de seguridad establecidos por cada fabricante.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La máquina se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador y conocido por el trabajador.
- No se abandonará en ningún momento la máquina en funcionamiento.
- La máquina dispondrá de las protecciones frente a contactos eléctricos directos o indirectos en perfecto estado, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.
- Se prohibirá el transporte de personal en lugares no habilitados para ello por el fabricante.
- Se realizarán las revisiones periódicas indicadas por el fabricante y serán realizadas por el personal cualificado para ello.
- Se prohíbe la manipulación de los componentes de una máquina, accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.), así como los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual.
- Los motores eléctricos estarán cubiertos con carcasas protectoras contra el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Las máquinas con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se pueden retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "Máquina averiada. No conectar".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el maquinista encargado de cualquier aparato elevador se paliarán mediante operarios que, utilizando señales preacordadas, suplan la visión del citado trabajador.

- Los motores eléctricos de grúas y de montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

- Los lazos de los cables de izado estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos, metálicos para evitar deformaciones y cizalladuras.

- Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches "artesanales" construidos a base de redondos (según una S) y doblados

- No se saltará al suelo desde la carga o desde la caja. Puede en el salto fracturarse los talones, o provocarse cualquier otra lesión en piernas, columna vertebral, etc.

Recepción de la máquina

- A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de seguridad para los operadores.

- A su llegada a la obra, cada máquina irá dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

- Cada maquinista deberá poseer la formación adecuada para que el manejo de la máquina se realice de forma segura y, en caso contrario, será sustituido o formado adecuadamente.

- La maquinaria a emplear en la obra irá provista de cabinas antivuelco y anti-impacto.

- Las cabinas no presentarán deformaciones como consecuencia de haber sufrido algún vuelco.

- La maquinaria irá dotada de luces y bocina o sirena de retroceso, todas ellas en correcto estado de funcionamiento.

Utilización de la máquina

- Antes de iniciar cada turno de trabajo, se comprobará siempre que los mandos de la máquina funcionan correctamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se prohibirá el acceso a la cabina de mando de la máquina cuando se utilicen vestimentas sin ceñir y joyas o adornos que puedan engancharse en los salientes y en los controles.
- Se impondrá la buena costumbre de hacer sonar el claxon antes de comenzar a mover la máquina.
- El maquinista ajustará el asiento de manera que alcance todos los controles sin dificultad.
- Las subidas y bajadas de la máquina se realizarán por el lugar previsto para ello, empleando los peldaños y asideros dispuestos para tal fin y nunca empleando las llantas, cubiertas y guardabarros.
- No se saltará de la máquina directamente al suelo, salvo en caso de peligro inminente para el maquinista.
- Sólo podrán acceder a la máquina personas autorizadas a ello por el jefe de obra.
- Antes de arrancar el motor, el maquinista comprobará siempre que todos los mandos están en su posición neutral, para evitar puestas en marcha imprevistas.
- Antes de iniciar la marcha, el maquinista se asegurará de que no existe nadie cerca, que pueda ser arrollado por la máquina en movimiento.
- No se permitirá liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Si fuese preciso arrancar el motor mediante la batería de otra máquina, se extremarán las precauciones, debiendo existir una perfecta coordinación entre el personal que tenga que hacer la maniobra. Nunca se debe conectar a la batería descargada otra de tensión superior.
- Cuando se trabaje con máquinas cuyo tren de rodaje sea de neumáticos, será necesario vigilar que la presión de los mismos es la recomendada por el fabricante. Durante el relleno de aire de los neumáticos el operario se situará tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión, pues el reventón de la manguera de suministro o la rotura de la boquilla, pueden hacerla actuar como un látigo.
- Que el operador abandone la máquina, aunque sea por breves instantes, deberá antes hacer descender el equipo o útil hasta el suelo y colocar el freno de aparcamiento. Si se prevé una ausencia superior a tres minutos deberá, además, parar el motor.
- Se prohibirá encaramarse a la máquina cuando ésta esté en movimiento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Con objeto de evitar vuelcos de la maquinaria por deformaciones del terreno mal consolidado, se prohibirá circular y estacionar a menos de tres metros del borde de barrancos, zanjas, taludes de terraplén y otros bordes de explanaciones.

- Antes de realizar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.

- Se circulará con las luces encendidas cuando, a causa del polvo, pueda verse disminuida la visibilidad del maquinista o de otras personas hacia la máquina.

- Estará terminantemente prohibido transportar personas en la máquina, si no existe un asiento adecuado para ello.

- Siempre que la máquina disponga de fábrica de cinturón de seguridad, el operario que la maneje deberá hacer uso del mismo.

- No se utilizará nunca la máquina por encima de sus posibilidades mecánicas, es decir, no se forzará la máquina con cargas o circulando por pendientes excesivas.

Reparaciones y mantenimiento en obra

- En los casos de fallos en la máquina, se subsanarán siempre las deficiencias de la misma antes de reanudar el trabajo.

- Durante las operaciones de mantenimiento, la maquinaria permanecerá siempre con el motor parado, el útil de trabajo apoyado en el suelo, el freno de mano activado y la máquina bloqueada.

- No se guardará combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, para evitar riesgos de incendios.

- No se levantará en caliente la tapa del radiador. Los vapores desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras al operario.

- El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico se efectuará siempre con el motor frío, para evitar quemaduras.

- El personal que manipule baterías deberá utilizar gafas protectoras y guantes impermeables.

- En las proximidades de baterías se prohibirá fumar, encender fuego o realizar alguna maniobra que pueda producir un chispazo eléctrico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las herramientas empleadas en el manejo de baterías deben ser aislantes, para evitar cortocircuitos.
- Se evitará siempre colocar encima de la batería herramientas o elementos metálicos, que puedan provocar un cortocircuito.
- Siempre que sea posible, se emplearán baterías blindadas, que lleven los bornes intermedios totalmente cubiertos.
- Al realizar el repostaje de combustible, se evitará la proximidad de focos de ignición, que podrían producir la inflamación del gasoil.
- La verificación del nivel de refrigerante en el radiador debe hacerse siempre con las debidas precauciones, teniendo cuidado de eliminar la presión interior antes de abrir totalmente el tapón.
- Cuando deba manipularse el sistema eléctrico de la máquina, el operario deberá antes desconectar el motor y extraer la llave del contacto.
- Cuando deban soldarse tuberías del sistema hidráulico, siempre será necesario vaciarlas y limpiarlas de aceite.

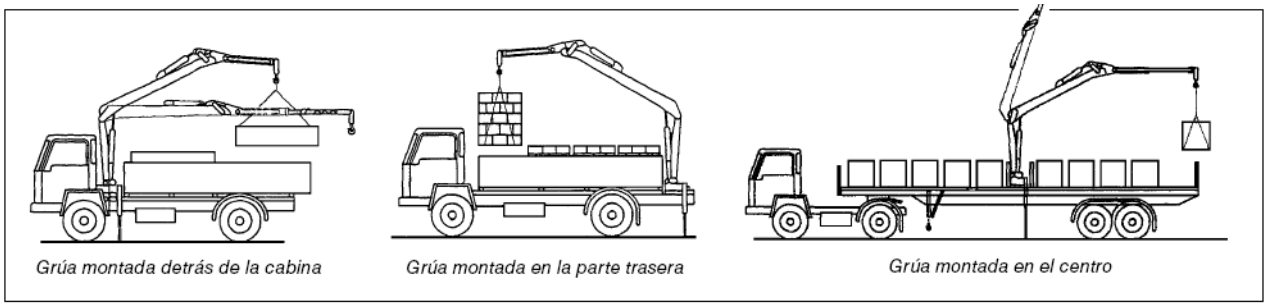
6.2 CAMIÓN GRÚA

Las aplicaciones posibles de estos equipos en función de su diagrama de carga y lo definido por el fabricante son:

- Cargar / descargar el vehículo propio u otro vehículo.
- Elevar, sujetar y mover cargas en las posiciones permitidas según su diagrama de cargas.
- Levantar, sujetar y mover cargas por debajo del nivel del suelo según su diagrama de cargas.
- Levantar cargas a una altura elevada y sostener a continuación dicha carga para trabajos de montaje (cabrios, vigas metálicas, elementos de hormigón, etc.).
- Uso de accesorios autorizados por los fabricantes como: jib (tercer brazo articulado), cuchara para levantar y mover material a granel (arena, guijarros, etc.), portapalet, pulpos, etc.
- Transportar cubas de hormigón a las diferentes zonas a hormigonar y soltar la carga en altura.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Carga y descarga de vehículos.
- Elevación de cargas desde el suelo a diferentes alturas (por ej. transportar grava a un tejado).
- Trabajos de montaje tales como posicionamiento de vigas y estructuras de un edificio.
- Elevar material de construcción sobre paletas a diferentes alturas de un edificio, transportándolo desde el propio camión, del suelo o de otro camión.
- Desplazamiento del cubilote de hormigonar hasta diferentes alturas para hormigonar.
- Posicionar tuberías a nivel del suelo o en el interior de zanjas y mantenerlos en posición mientras se unen entre sí.
- Manipulación de cargas pesadas, planchas de hormigón prefabricado, etc. en el sector de la construcción principalmente.
- Sujetar y mover bombas sumergidas en pozos para su reparación o sustitución con ayuda de un cabrestante.



6.2.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Vuelco del vehículo portante debido a posicionamiento de estabilizadores y/o nivelación defectuosa del mismo. Fallo del terreno donde se asienta. Sobrepasar el momento de carga máximo admisible (por ejemplo, al desmontar material). Efecto del viento.
- Caída de la carga durante su movimiento debida a: Fallo en el circuito hidráulico. Choque de las cargas o del extremo de la pluma contra un obstáculo. Por rotura de eslingas, cables o de otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.). Por enganche o estrobado deficientemente realizados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Golpes contra objetos o personas debidos a: Manipulación de la carga en proximidad de personas, bienes, etc. Por rotura de eslingas, cables o de otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.).

- Atrapamiento de extremidades: Entre elementos auxiliares (ganchos, eslingas, poleas, etc.). Por la propia carga al ser depositada. Por las partes móviles del equipo.

- Contactos eléctricos indirectos debidos a: Entrar la estructura o los cables en contacto con líneas eléctricas.

- Quemaduras con líquidos o conductos calientes debidas a: Entrar en contacto con el distribuidor, las válvulas, tuberías y latiguillos, racores, cilindros, etc. del circuito hidráulico calientes por el flujo del aceite al circular por los mismos. Por rotura de algún elemento del circuito produciéndose la eyección de fluido a alta temperatura.

- Caídas de altura debidas a: Al subirse el operario al equipo, para efectuar reparaciones, acceder a puestos de mando auxiliares, etc.

- Trauma sonoro debido a: A la fuente de energía, normalmente el motor del vehículo.

- Inhalación de gases de escape debido a: Los componentes de los gases de escape, como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno o el hollín del gasóleo, afectando al operador cuando está en el puesto de mando.

- Riesgos de diversa índole en el transporte debidos a: Circular con las extensiones y gatos de apoyo no retraídos totalmente. Circular con la grúa desplegada por encima de la carga a transportar superando la altura máxima del vehículo. No asegurar correctamente las cargas y accesorios para que no se desplacen en el transporte o estar colocados de tal forma que sobresalgan de los límites permitidos por la legislación vigente.

- Riesgos de diversa índole en la zona de trabajo debidos a: Movimiento de las partes móviles del equipo al estabilizarlo. Caída de cargas desde altura o movimiento de ellas. Por vuelco del equipo por perdida de estabilidad

6.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS:

Siempre que no exista visibilidad durante el proceso de maniobras de la grúa se designará un responsable de maniobras.

Normas de seguridad en la preparación del funcionamiento de la grúa

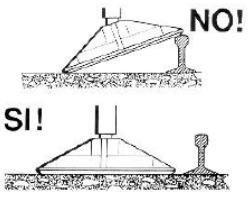
El cumplimiento de las normas de seguridad en la utilización pueden prevenir la mayoría de los riesgos reseñados.

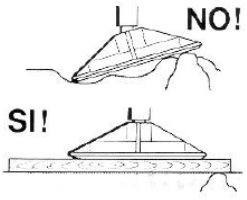
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

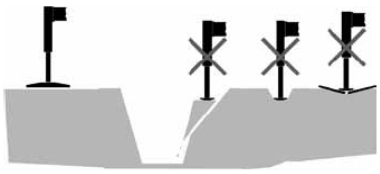
Emplazamiento del vehículo:

- El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y allanando su superficie si fuera preciso al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada; nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

Presión admisible sobre el terreno (capacidad de carga del suelo) según DIN 1054	
Suelo terraplenado sin compactar artificialmente	0 - 10 N/cm²
Asfalto	20 N/cm²
Suelo natural (en principio no modificado)	
1. Lodo, turba, tierra cenagosa	0 N/cm²
2. Suelos no cohesivos, suficientemente consolidados:	
Arena fina y media	15 N/cm²
Arena gruesa a grava	20 N/cm²
Grava compactada	25 N/cm²
3. Suelos cohesivos:	
Pastosos	0 N/cm²
Blandos	4 N/cm²
Consistentes	10 N/cm²
Semisólidos	20 N/cm²
Duros (sólidos)	30 N/cm²
4. Roca:	
Roca viva	100 N/cm²





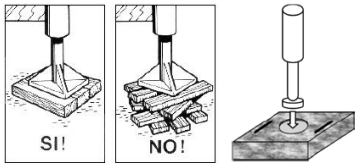


- La comprobación de los niveles de inclinación debe hacerse en cada puesto de control de la grúa. Si la burbuja de aire se encuentra en el centro del nivel, la grúa está en posición horizontal.

- Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases especiales, por ejemplo, bases de apoyo de alta resistencia diseñadas para tal fin; por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, etc.



- La superficie de apoyo puede ser calculada aproximadamente de la manera siguiente. Los valores para la fuerza máxima de apoyo se encuentran en los datos técnicos de la grúa. El cálculo de la superficie necesaria se puede realizar mediante la siguiente expresión.

$$\text{Superficie de estabilización A [cm}^2\text{]} = \frac{\text{Fuerza de apoyo F (N)}}{\text{Capacidad portante del suelo [N/cm}^2\text{]}}$$

- La presión máxima permitida sobre el suelo (resistencia del suelo) se puede ver en la tabla, definida según DIN 1054.

Nivelación

- Los trabajos con la grúa no están permitidos hasta que el vehículo esté apoyado sobre los estabilizadores y nivelado correctamente.
- Se debe comprobar en el “Manual de uso” del fabricante del equipo la inclinación máxima permitida dependiendo de la configuración y ángulos de trabajo.

Mandos

- La disposición de los mandos y las funciones de la grúa y estabilizadores (símbolos) en el puesto de mando de cada grúa concreta difiere de un equipo a otro, por tanto, es necesario consultar el “Manual de uso del fabricante” para familiarizarse con cada equipo.
- Existen mandos bidireccionales y multidireccionales (joystick). Todos los mandos deben volver a la posición neutra cuando han sido liberados. Los símbolos deben estar marcados de forma permanente y bien visible para cada una de las funciones de trabajo. Las palancas de mando deben estar protegidas contra un accionamiento involuntario.
- La disposición de los mandos bidireccionales tiene que seguir la secuencia de las funciones de trabajo desde la base de la grúa al dispositivo de manejo de la carga.

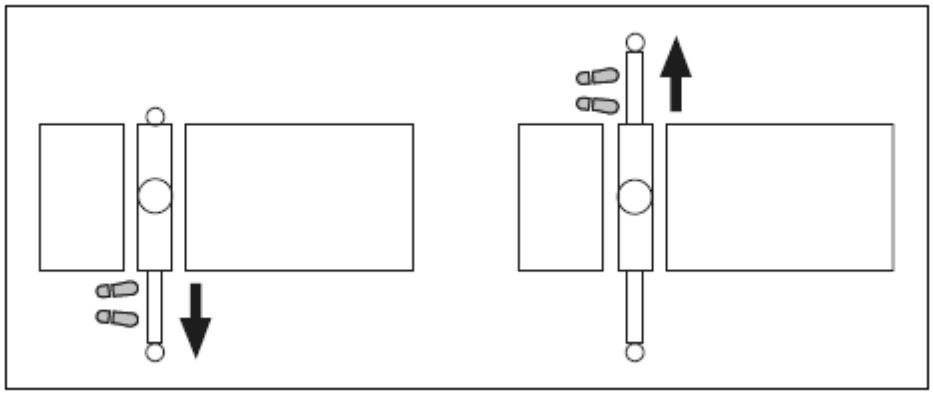
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las palancas de mando para las funciones de puesta en posición deben estar separadas por un espacio o claramente diferenciadas (de otra forma que por símbolos) de otras palancas de mando.

Sistema de apoyos

- Si el cálculo de estabilidad y de seguridad de la grúa lo permite se podría trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecuen a las normas establecidas por el fabricante.

- Si el cálculo de estabilidad no permite trabajar solamente con los neumáticos se deben utilizar un sistema de apoyo de vigas y gatos. Al extender las vigas de estabilizador y los gatos estabilizadores, se debe elegir el puesto de mando de modo que se pueda abarcar con la vista su zona de movimiento completa.

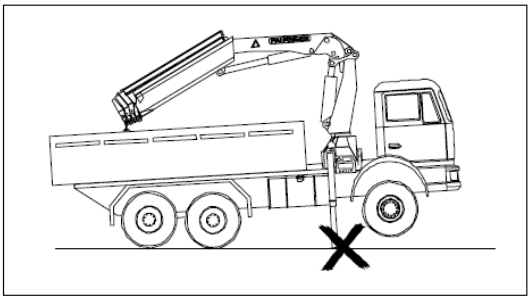


- Nunca se deben perder de vista los componentes de la grúa que se estén moviendo en cada momento. En la zona de movimiento de las vigas de estabilizador / gatos estabilizadores no se deben encontrar personas ni objetos, respetando siempre las distancias mínimas de seguridad

- En caso de una superficie asfaltada, hay que asegurarse que no se apoya el vehículo sobre huecos o cavidades, como por ejemplo una boca de alcantarilla.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- El vehículo no debe ser elevado al apoyar los gatos, pues de lo contrario se sobrecargan estos y se reduce la eficacia del efecto de frenado. Los cilindros de apoyo están dimensionados para compensar solamente el momento de vuelco, por consiguiente, nunca se debe levantar con ellos el vehículo.



- Asimismo, en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad del chasis en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél. Además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.

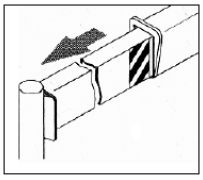
- Si un vehículo está equipado con gatos adicionales y éstos no han sido sacados, el vehículo puede volcar.

- En vehículos equipados con extensiones adicionales se procederá de la misma manera que para los de la grúa, tener en cuenta en esta situación todas las indicaciones de seguridad referidas al apoyo.

Viga del estabilizador

- Para grúas con capacidad de 1 000 Kg ó más, ó con un par de elevación neto máximo de 40 000 Nm ó más, la estabilidad del vehículo deberá estar incluida en el sistema de sobrecarga de la grúa.

- Las extensiones de los estabilizadores deben marcarse para mostrar cuando están correctamente desplegados (por ejemplo, con marcas amarillas). Los cálculos de estabilidad están realizados para cuando los gatos están totalmente extendidos.



- Según la norma UNE-EN 12999, en grúas montadas sobre camión (excepto las grúas forestales) que deban disponer de limitador de capacidad nominal y necesiten la utilización de estabilizadores para cumplir con la estabilidad del equipo, la posición de los estabilizadores debe estar supervisada por el limitador de carga nominal y la capacidad de la grúa supeditada a la posición de dichos estabilizadores.

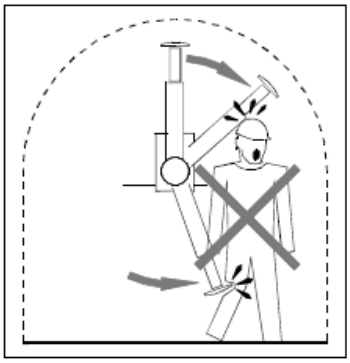
- Existen dos tipos de extensiones, manuales e hidráulicas. Las extensiones manuales deberán venir provistas de agarraderos, dispositivos de bloqueo para las posiciones de trabajo y de transporte y topes de extensión. Las extensiones hidráulicas deben estar

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

provistas de medios de bloqueo para la posición de transporte y también en la posición de trabajo, si los cilindros hidráulicos no pueden resistir las fuerzas durante el manejo de las cargas.

- No se debe empujar o arrastrar objetos con los estabilizadores hidráulicos.

Gato del estabilizador



- El cilindro de estabilizador debe tener medios, por ejemplo, platillos, para su apoyo sobre el suelo, además deberá estar diseñado para ajustarse a desniveles del suelo de hasta 10°.
- Existen dos tipos de gatos estabilizadores dependiendo de su forma de transporte: fijos o giratorios con basculamiento manual o hidráulico.
- Cuando el gato estabilizador tiene un dispositivo de basculamiento, deben preverse dispositivos de bloqueo que pueda soportar las fuerzas normales de funcionamiento (por ejemplo, pasadores) para asegurar el gato en ambas posiciones de trabajo y de transporte.
- En el radio de giro del gato estabilizador pivotante no deben encontrarse ni el operador ni otras personas.

Posición de trabajo. Despliegue de la grúa

La grúa estará lista para trabajar después de proceder a realizar las siguientes operaciones:

- Las extensiones están aseguradas mediante pernos y pasadores.
- El vehículo está apoyado correctamente sobre los estabilizadores
- En la zona de movimiento de la grúa no se encuentran
- personas ni objetos.
- Todos los movimientos de la grúa deben encontrarse en el campo visual del operador.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Condiciones meteorológicas: Con velocidades de viento superiores a 50 km/h no se puede garantizar la seguridad en el trabajo con la grúa. Si se alcanza esa velocidad del viento no se debe poner en marcha la grúa o bien debe ser parada. En caso de acercarse una tormenta la grúa no debe ser puesta en marcha o bien debe ser parada.



- Accionamiento de los mandos. Situarse en los mandos más adecuados para cada caso particular.
- Desde el suelo: Poner el brazo principal en la posición de trabajo desde el puesto de mando situado en el lado opuesto al apoyo del brazo principal. Si se despliega la grúa desde el puesto de mando equivocado, existirá para el operador grave riesgo de accidente por el brazo de carga.
- No extender el sistema de prolongas hasta que la grúa esté desplegada. Si se extienden los brazos de extensión antes de que el brazo principal se encuentre en la posición izada, existirá peligro de accidente para el operador
- Sistema de radiocontrol a distancia: Elegir un emplazamiento situado fuera de la zona de peligro. Si el operador se encuentra en la zona de movimiento de la grúa, existirá grave riesgo de accidente.
- Mando desde el asiento elevado: Colocar el brazo de carga en la posición de trabajo desde el asiento elevado.
- Mando desde el puesto elevado: Poner el brazo de carga en la posición de trabajo desde el puesto de mando situado en el suelo en el lado opuesto al apoyo del brazo. Existe grave riesgo de accidente por bajada o giro del brazo principal.
- Secuencia para desplegar la grúa: (ver figura secuencia tipo)
    - Respetar la secuencia definida en el “Manual de Uso” del fabricante del equipo. Cada equipo por su posición de transporte, por los accesorios incorporados, etc., puede ser plegado y desplegado de forma diferente.
    - Se ha comprobado el buen funcionamiento de la parada de emergencia en cada puesto de mando y el limitador e indicador de carga (según manual de uso).

Procedimientos Generales:

- Esta máquina únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La máquina cumplirá con todos los requisitos establecidos por el RD. 1215/1997, por lo que deberá ir provista de marcado CE, Declaración CE de Conformidad y Manual de Instrucciones en castellano.
- Se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, timbrado y con las revisiones al día.
- Se comprobará el correcto funcionamiento de frenos, dirección, mando de equipos y dispositivos de alarma y señalización.
- Los camiones grúa se utilizarán de acuerdo al R.D. 837/2003, teniendo la certificación del conjunto camión/pluma. Así mismo el conductor tendrá formación específica para el manejo de dicho equipo.

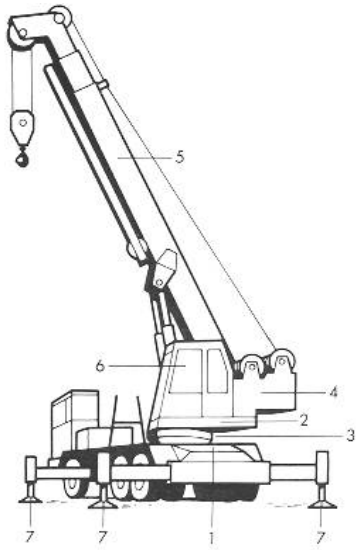
6.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Casco
- Guantes

6.3 GRÚA AUTOPROPULSADA.

En el más amplio sentido de su acepción denominaremos grúa móvil a todo conjunto formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios sobre cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



1) Chasis portante.
2) Plataforma base.
3) Corona de orientación.
4) Equipo de elevación.
5) Flecha telescópica.
6) Cabina de mando.
7) Estabilizadores.

Los que han sido concebidos exclusivamente para el movimiento de grandes cargas, son a los que con la denominación concreta de grúa móvil nos referimos en la presente DIS y que en síntesis están constituidas por los siguientes componentes o grupos de elementos.

Chasis portante

Estructura metálica sobre la que, además de los sistemas de propulsión y dirección, se fijan los restantes componentes.

Superestructura

Constituida por una plataforma base sobre corona de orientación que la une al chasis y permite el giro de 360º, la cual soporta la flecha o pluma que puede ser de celosía o telescópica, equipo de elevación, cabina de mando, y en algunos casos, contrapeso desplazable.

Elementos de apoyo

A través de los que se transmiten los esfuerzos al terreno, orugas, ruedas y estabilizadores u apoyos auxiliares que disponen las grúas móviles sobre ruedas y están constituidos por gatos hidráulicos montados en brazos extensibles, sobre los que se hace descansar totalmente la máquina lo cual permite aumentar la superficie del polígono de sustentación y mejorar el reparto de cargas sobre el terreno.

6.3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Los que con mayor frecuencia se presentan en los trabajos realizados con grúas móviles, que consideramos específicos de esta máquina, aunque también pueden serlo de otras, son los que siguen:

- Vuelco de la máquina: Que puede producirse por nivelación defectuosa de la misma, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento.

- Precipitación de la carga: Por fallo en el circuito hidráulico, frenos, etc. por choque de las cargas o del extremo de la pluma contra un obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.) y/ por enganche o estrobado deficientemente realizados.

- Golpes: Producidos por la carga durante la maniobra o por rotura de cables en tensión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Atrapamientos: Entre elementos auxiliares (ganchos, eslingas, poleas, etc.) o por la propia carga.
- Contacto eléctrico: Indirecto al entrar la pluma o los cables en contacto con una línea eléctrica.

Riesgos generales:

A continuación, se indican aquellos riesgos que también son comunes a la mayor parte de equipos e instalaciones o que se derivan de cualquier otro proceso productivo.

- Atrapamientos: Entre mecanismos u órganos en movimiento.
- Caídas a distinto nivel: Durante el estrobado o recepción de la carga cuando se realizan a diferentes niveles al que está situada la máquina.
- Caída a nivel: Durante los desplazamientos requeridos para realizar el estrobado de las cargas o dirigir la maniobra al gruista.
- Contacto con objetos cortantes o punzantes: Durante la preparación o manejo de cargas.
- Caída de objetos: Producido por desplome de las cargas mal apiladas.
- Choques: Contra el material mal apilado.
- Proyección de partículas: Dado que durante el movimiento de las cargas se desprenden partículas adheridas a las mismas.
- Sobreesfuerzos: Originados por la utilización del esfuerzo muscular en la preparación de cargas.
- Quemaduras: Por contacto con superficies calientes (escape de gases).
- Ruido: Dado que el nivel sonoro puede alcanzar 96 dB en el interior de la cabina de mando.
- Intoxicación: Por inhalación de los gases producidos por los motores de combustión especialmente cuando su reglaje es defectuoso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Sistemas de seguridad:

Son medidas técnicas y equipos que anulan un riesgo o bien dan protección sin condicionar el proceso operativo.

Entre los riesgos específicos originados en los trabajos con grúa móvil cabe destacar, por los graves daños en que puedan concretarse, el vuelco de la máquina, la precipitación de la carga y el contacto de la pluma con una línea eléctrica de A.T.

Como se ha expuesto con anterioridad cada uno de estos riesgos tiene su origen en una o varias causas, algunas de las cuales pueden ser eliminadas mediante los sistemas de seguridad que se describen a continuación, por impedir que llegue a producirse la situación de peligro.

- Limitador del momento de carga: Dispositivo automático de seguridad para grúas telescópicas de todo tipo, que previene contra los riesgos de sobrecarga o de vuelco por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible. La finalidad de este dispositivo es impedir que se sobrepase la "curva de carga a seguir" indicada por el fabricante. Generalmente actúa emitiendo una señal de alarma, luminosa o sonora, cuando el momento de carga llega a ser el 75% del máximo admisible y bloqueando los circuitos hidráulicos al alcanzarse el 85% del valor de aquél.

- Válvulas de seguridad: Sistema de válvulas que provocan el enclavamiento de las secciones de la pluma telescópicas al dejar bloqueados los circuitos hidráulicos cuando se producen fugas en los conductos de alimentación.

- Limitador de final de carrera del gancho: Dispositivo eléctrico que corta automáticamente el suministro de fuerza cuando el gancho se encuentra a la distancia mínima admisible del extremo de la pluma.

- Pestillo de seguridad: Dispositivo incorporado a los ganchos para evitar que los cables, estrobos o eslingas que soportan la carga puedan salirse de aquéllos. Existen diversos tipos entre los que cabe destacar los de resorte y los de contrapeso.

- Detector de tensión: Dispositivo electrónico que emite una señal en la cabina de mando cuando la pluma se aproxima a una línea de alta tensión, al ser detectado el campo eléctrico por las sondas fijadas en el extremo de la flecha.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Ante el riesgo de vuelco

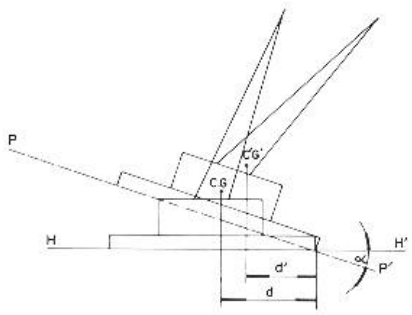


Fig. 2: HH´) Plano horizontal. PP´) Plano de apo
ángulo entre ambos planos. CG) Centro de gravedad
máquina. d) Distancia de la arista de trabajo a la v
por CG.

Se admite que una grúa es segura contra el riesgo de vuelco cuando, trabajando en la arista de vuelco más desfavorable, no vuelca en tanto se cumplen las condiciones impuestas por su constructor, entendiéndose por arista de vuelco más desfavorable aquélla de las líneas definidas por dos apoyos consecutivos cuya distancia a la vertical que pasa por el centro de gravedad de toda la máquina, es menor. Esta distancia, para cada posición y alcance de la pluma, es más pequeña cuanto mayor es el ángulo que forma el plano horizontal con el definido por la plataforma base de la grúa (Figura 2) y como el momento de vuelco tiene por valor el producto de dicha distancia por el peso total de la máquina, es de vital importancia que su nivelación sea adecuada para que el mínimo momento de vuelco que pueda resultar sobre la arista más desfavorable durante el giro de la pluma sea siempre superior al máximo momento de carga admisible, que en ningún caso deberá sobrepasarse.

Es por ello por lo que ante este riesgo deberá procederse actuando como sigue:

- **Sobre el terreno:** Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras. El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso (Figuras 3 y 4), al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

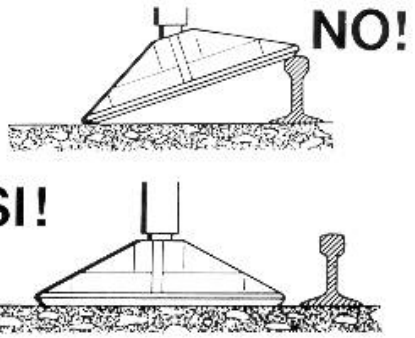


Fig 3

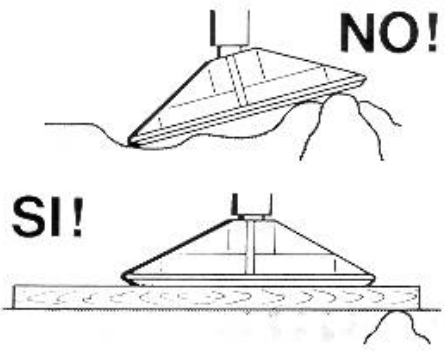


Fig 4

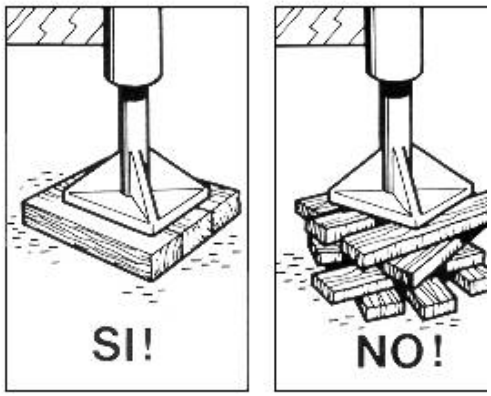


Fig 5

Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm. de espesor y 1.000 mm. de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior (Figura 5).

- **Sobre los apoyos:** Al trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecúen a las normas establecidas por el fabricante.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

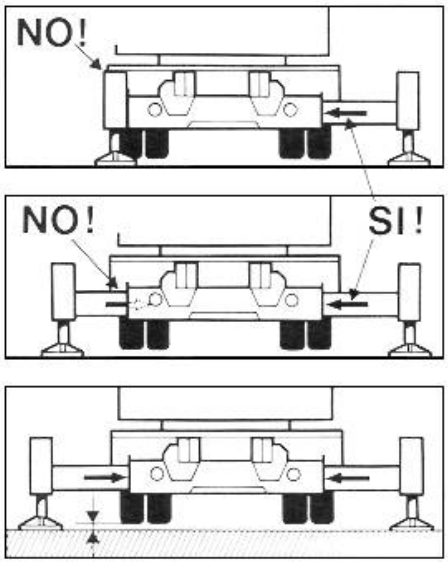


Fig. 6: Posicionamiento correcto

Asimismo, en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél, además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.

Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aún cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos, los brazos soportes de aquéllos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo (Figura 6).

- **En la maniobra:** La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una aproximación por exceso, cubicándola y aplicándole un peso específico entre 7,85 y 8 Kg/dm3 para aceros. Al peso de la carga se le sumará el de los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, etc.). Conocido el peso de la carga, el gruista verificará en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.

  En operaciones tales como rescate de vehículos accidentados, desmantelamiento de estructuras, etc., la maniobra debe realizarse poniendo en ella una gran atención pues si la carga está aprisionada y la tracción no se ejerce verticalmente, el propio ángulo de tiro puede ser causa de que sobre la arista de trabajo se produzca un momento de carga superior al máximo admisible.

  Por otra parte deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se realice de forma armoniosa, es decir sin movimientos bruscos pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En cualquier caso, cuando el viento es excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

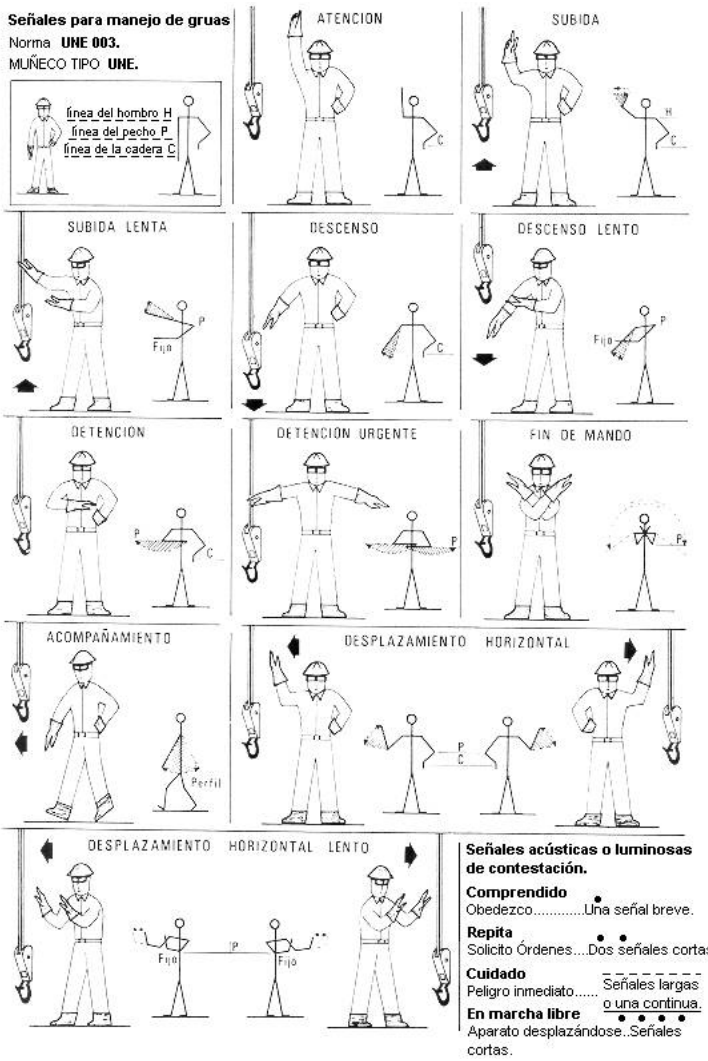


Fig 7

Ante el riesgo de precipitación de la carga

Generalmente la caída de la carga se produce por enganche o estrobado defectuosos, por roturas de cables u otros elementos auxiliares (eslingas, ganchos, etc.) o como consecuencia del choque del extremo de la flecha o de la propia carga contra algún obstáculo por lo que para evitar que aquélla llegue a materializarse se adoptarán las siguientes medidas:

Respecto al estrobado y elementos auxiliares: El estrobado se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables. El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso 120º debiéndose procurar que sea inferior a 90º. En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado es superior a la real.

Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc.) tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos.

- **Respecto a la zona de maniobra:** Se entenderá por zona de maniobra todo el espacio que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

colocación. Esta zona deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

Si el paso de cargas suspendidas sobre las personas no pudiera evitarse, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de que puedan ponerse a salvo de posibles desprendimientos de aquéllas.

Cuando la maniobra se realiza en un lugar de acceso público, tal como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo-auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.

- **Respecto a la ejecución del trabajo:** En toda maniobra debe existir un encargado, con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirla, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, si su complejidad así lo requiere.

  El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distingan de los restantes operarios.

  Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra y sus ayudantes como el gruista, quién a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas. Generalmente se utiliza el código de señales definido por la Norma UNE 003 (Figura 7).

  Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible al extremo de la flecha, con el fin de reducir lo máximo posible la actuación del dispositivo de Fin de Carrera, evitando así el desgaste prematuro de contactos que puede originar averías y accidentes.

  Cuando la maniobra requiere el desplazamiento del vehículo-grúa con la carga suspendida, es necesario que los maquinistas estén muy atentos a las condiciones del recorrido (terreno no muy seguro o con desnivel, cercanías de líneas eléctricas), mantengan las cargas lo más bajas posible, den numerosas y eficaces señales a su paso y estén atentos a la combinación de los efectos de la fuerza de inercia que puede imprimir el balanceo o movimiento de péndulo de la carga.

Ante el riesgo eléctrico

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m. si la tensión es igual o superior

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

a 50 Kv. y a menos de 3 m. para tensiones inferiores. Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos y, de no ser factible, se protegerá la línea mediante una pantalla de protección (Figura 8).

En caso de contacto de la flecha o de cables con una línea eléctrica en tensión, como norma de seguridad el gruista deberá permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio ya que en su interior no corre peligro de electrocución. No obstante, si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultaneo entre ésta y tierra.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento adecuado de todo equipo industrial tiene como consecuencia directa una considerable reducción de averías, lo cual a su vez hace disminuir en la misma proporción la probabilidad de que se produzcan accidentes provocados por aquéllas. Tiene por ello gran importancia realizar el mantenimiento preventivo tanto de la propia máquina como de los elementos auxiliares en los que, como mínimo, constará de las siguientes actuaciones:

- **De la máquina**

  Además de seguir las instrucciones contenidas en el Manual de Mantenimiento en el que el constructor recomienda los tipos de aceites y líquidos hidráulicos que han de utilizarse y se indican las revisiones y plazos con que han de efectuarse, es de vital importancia revisar periódicamente los estabilizadores prestando particular atención a las partes soldadas por ser los puntos más débiles de estos elementos, que han de verse sometidos a esfuerzos de especial magnitud.

- **De los elementos auxiliares**

  Los elementos auxiliares tales como cables, cadenas y aparejos de elevación en uso deben ser examinados enteramente por persona competente por lo menos una vez cada seis meses.

  Con propósitos de identificación, de modo que puedan llevarse registros de tales exámenes, debe marcarse un número de referencia en cada elemento y en el caso de eslingas se fijará una marca o etiqueta de metal numerada. En el registro se indicará el número, distintivo o marca de cada cadena, cable o aparejo, la fecha y número del certificado de la prueba original, la fecha en que fue utilizado por primera vez, la fecha de cada examen, así como las particularidades o defectos encontrados que afecten a la carga admisible de trabajo y las medidas tomadas para remediarlas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- **Protección personal**

  Para la prevención de accidentes en las maniobras con camión-grúa, además de los dispositivos de seguridad y medidas preventivas descritas, se han de utilizar, según los riesgos de cada puesto de trabajo, los siguientes equipos de protección personal que deberán estar homologados según las Normas Técnicas Reglamentarias correspondientes:

  - Ropa de trabajo adecuada.
  - Casco de seguridad.
  - Pantallas para la protección del rostro.
  - Gafas protectoras para la protección de la vista.
  - Auriculares, casquetes antirruido o similares para la protección de los oídos.
  - Botas de seguridad con refuerzos metálicos.
  - Guantes de seguridad.
  - Cinturones de seguridad.

- **Comportamiento humano**

  Actitudes psico-físicas:

  Las maniobras de las grúas conllevan grandes responsabilidades por lo que solamente deben confiarse a personas capaces, exentas de contraindicaciones físicas (limitación de las capacidades visuales y auditivas, tendencia al vértigo, impedimentos físicos de otra naturaleza, etc.) dotadas de rapidez de decisión y de reacción y que posean los conocimientos técnicos precisos.

  Mediante un cuidadoso examen médico y psicotécnico es posible realizar una selección previa del personal apto, pero su especialización en maniobras con la grúa requiere también efectuar, con resultado positivo, un período de instrucción teórica y de enseñanza práctica como ayudante de maquinista calificado.

  Aptitudes ergonómicas

  La óptima posición del cuerpo humano es la postura de sentado y en su defecto la de pie-sentado y por ello, en las máquinas que disponen de cabina de control y mando es

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

esencial un asiento cómodo para el gruista, que debe estar situado de tal forma que permita la máxima visión de todas las operaciones de izado.

La cabina de la grúa estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort. Asimismo, estará protegida contra ruidos y vibraciones.

Los controles de la máquina deben quedar al alcance del gruista, de modo que puedan accionarse sin esfuerzos innecesarios.

6.3.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad con puntera suela reforzada.
- Casco de seguridad.
- Ropa alta visibilidad

6.4 CAMIÓN TRANSPORTE

- **Normas básicas de seguridad.**
  - Revisión periódica de frenos y neumáticos.
  - Para recibir la carga y descarga estará el freno de mano puesto y las ruedas estarán inmovilizadas con topes. Si la cabina no es de seguridad, el conductor saldrá de su puesto.
  - El izado y descenso de la caja se realizará con escalera metálica sujeta al camión.
  - Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
  - Respetará todas las normas del código de circulación y la señalización de la obra.
  - Cuando falte la visibilidad, la maniobra será dirigida por un operario auxiliar.
  - Las maniobras, dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
  - La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
  - No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste, maniobras.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- **Protecciones colectivas.**
  - Lona de cubrición para uso exterior de la obra.
- **Protecciones personales.**

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

6.5 BULLDOZER

6.5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Quemaduras físicas y químicas
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos
- Ambiente pulvígeno
- Aplastamientos
- Atrapamientos
- Atropellos y o colisiones
- Caída de objetos y/o máquinas
- Caídas de personas distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos
- Cuerpos extraños en ojos
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Vibraciones
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Vuelco de máquinas y/o camiones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS:

- El conductor-maquinista será una persona experta y cualificada para este trabajo.
- El conductor-maquinista antes de acceder a la máquina al iniciar su jornada, tendrá conocimiento de las dificultades, alteraciones o circunstancias que presente el terreno y su tarea y que de forma directa puedan afectarle por ser constitutivos de riesgo.
- Para Subir o bajar del bulldozer, se hará de forma frontal utilizando los peldaños y asideros dispuestos para tal función y por tanto no saltar directamente al suelo, salvo en caso de un peligro inminente.
- No realizar nunca ajustes en la máquina si esta está en movimiento o con el motor en marcha. Impedir el acceso a la máquina a toda persona que no esté debidamente autorizada.
- En caso de avería paralizar la máquina y no trabajar nunca en este estado.
- Para realizar operaciones de servicio, para el motor, poner el freno de mano y bloquear la máquina.
- En posición de parada, los frenos no se liberarán jamás, si antes no se ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- La cabina de la máquina deberá estar muy ordenada y limpia, en especial de grasas, aceites, trapos, etc.
- En caso de calentamiento del motor no abrir nunca directamente la tapa del radiador.
- No tocar nunca el líquido anticorrosión. Si por causas de fuerza mayor hubiera que tocarlo, habría
- que protegerse con guantes y gafas anti proyecciones.
- No se podrá fumar cuando se manipule la batería o se abastezca de combustible.
- No tocar directamente el electrolito de la batería con las manos. Si esto fuera imprescindible por algún motivo se deberá realizar con guantes de seguridad que protejan frente a agentes cáusticos y corrosivos.
- Si, por alguna causa de fuerza mayor, hubiere de manipularse en el sistema eléctrico, habrá que desconectar el motor y extraer la llave del contacto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En las labores de limpieza de la máquina, el que la realice deberá ir protegido con mascarilla, mono y guante de goma. Si se utilizase aire a presión deberá llevar gafas antiimpactos y tener mucha precaución con las posibles proyecciones de objetos y partículas.

- Se deberá vigilar la presión de los neumáticos y trabajar con la presión que recomienda el fabricante de la máquina.

- Durante el relleno de aire de las ruedas, hay que situarse tras la banda de rodadura, apartándose del punto de conexión y llanta.

- Antes de iniciar cada turno de trabajo se tendrá que comprobar que los mandos funcionan correctamente, realizándose dichas pruebas con marchas y movimientos sumamente suaves.

- Se deberá ajustar el asiento del conductor-maquinista para que pueda alcanzar los controles con facilidad.

- Si hubiere contacto con cables eléctricos, el maquinista-conductor no deberá salir de la retroexcavadora hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Entonces deberá saltar sin tocar al mismo tiempo la máquina y el suelo.

- Se acotará el entorno de trabajo y se prohibirá la presencia de personas en su entorno.

- Si por causa de fuerza mayor la máquina debiera ser arrancada mediante otra batería, hay que tratar de evitar los chisporroteos de los cables, ya que los líquidos de la batería desprenden gases inflamables y, además esta podría explotar.

- No se podrán utilizar en la realización de ningún trabajo dentro de la obra, bulldozer que no posean cabina de protección antivuelco y anti-impactos. Estas no podrán ser otras que las diseñadas por el fabricante para cada tipo o modelo de retroexcavadora.

- Las protecciones de la cabina anti-vuelco de deberán presentar ninguna deformación por haber sufrido y resistido ningún vuelco.

- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en motores provistos de ventilador para aspiración del radiador.

- Los bulldozers de obra estarán provistos de botiquín de primeros auxilios.

- Queda prohibido que el conductor abandone la máquina con el motor en marcha.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se impedirá el trabajo de la maquinaria en aquellas zonas de desniveles o pendientes excesivas en las que el terreno no garantice unas perfectas condiciones de trabajo.
- Queda prohibido abandonar el bulldozer con la cuchilla izada sin apoyar en el suelo. La circulación sobre terrenos desiguales e irregulares se realizará a velocidad lenta.
- No se podrá transportar a ninguna persona en la máquina, salvo que sea por condiciones de emergencia o salvamento.
- Los bulldozers estarán provistos de un extintor, timbrado y con las revisiones legales al día.
- La vestimenta del conductor-maquinista de los bulldozers será ceñida, a fin de evitar enganches accidentales con salientes, mandos, controles, etc.
- Se prohíbe encaramarse al bulldozer durante la realización de cualquier movimiento. Queda prohibido la subida o la bajada de las retroexcavadoras estando en marcha.
- Estarán todos dotados de luces, bocina y avisador acústico de marcha atrás.
- Antes de arrancar el motor, el conductor-maquinista deberá cerciorarse de que no hay nadie, ni ningún obstáculo en el área de operación de la máquina.
- Los conductores-maquinistas se cerciorarán de que sus operaciones no pondrán en peligro a los trabajadores que se encuentres en zanjas o pozos, así como a ningún otro, próximos al lugar donde el realiza dichas operaciones.
- Los conductores-maquinistas deberán controlar los excesos de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.
- Los conductores-maquinistas no tomarán ningún medicamento sin prescripción facultativa, en especial aquellos que produzcan efectos negativos para una adecuada conducción.
- Utilice el ríper adecuado al material a escarificar. Se recomienda un riper de tres dientes para material blando y poco estratificado, y un riper de un diente para material duro y estratificado.
- La dirección de ripado deberá ser idéntica a la que presente los estratos del material.
- Se atacará con el ríper bajo el ángulo adecuado, y se favorecerá la penetración aprovechando pequeñas pendientes. En ningún caso la pendiente lateral será superior al 50 %.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Antes del proceder al ripado deberá realizarse un sondeo del terreno para determinar si es precisa una prevoladura.
- En todas las operaciones el maquinista estará cualificado y deberá ir provisto de casco de seguridad, calzado antideslizante y cinturón antivibratorio.
- Para el mantenimiento se deberá observar las siguientes normas:
    - Apoyar la cuchilla en el suelo o, si debe permanecer levantada durante estas operaciones, se inmovilizará adecuadamente
    - Bloquear las ruedas y calzarlas adecuadamente.
    - Parar el motor y desconectar la batería para evitar un arranque súbito
    - No situarse entre las orugas o debajo del cuchillo.
    - Los trabajos deberán realizarse por personal debidamente cualificado.
    - En los relevos de personal, el operario saliente indicará sus impresiones al entrante sobre

6.5.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de alta visibilidad
- Mascarilla en caso de ambiente pulvígeno

6.6 PERFORADORA

Es la máquina que se utiliza para la realización de perforaciones previas al hincado de la estructura.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.6.1 EVALUACIÓN DEL RIESGO

Riesgo identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación del riesgo				
	I	P	PR	ME	MO	MA	L	A	M	I	IN
1. Caídas al mismo nivel	X				X			X			
2. Atrapamientos por vuelco de máquinas	X				X			X			
3. Proyección de fragmentos o partículas		X			X			X			
4. Cortes	X				X		X				
5. Contactos eléctricos directos / indirectos	X			X			X				
6. Ruido	X				X			X			
7. Polvo		X		X				X			
8. Vibración		X		X				X			

6.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica.

- Los órganos mecánicos móviles de la máquina deberán estar reglamentariamente protegidos.
- Las reparaciones e inspecciones de la máquina se realizarán con motor parado, siempre que sea posible.
- El operario utilizará protectores auriculares antirruido y ropa reflectante para aumentar la visibilidad con respecto al tráfico de vehículos, además de los equipos de protección individual propios de estos trabajos que se indican al final del apartado.
- Llenar los depósitos de combustible, al aire libre o en zonas bien ventiladas., prohibir fumar.
- Vigilar que no existan cables eléctricos aéreos en las proximidades de trabajo de la máquina
- Antes de ponerse en marcha, reconocer el terreno. Detectar si existen rocas sueltas (lisos), árboles desenraizados.
- Todo ello comporta riesgo intolerable que hay que resolver de forma segura antes de comenzar a trabajar.
- Utilizar la máquina siguiendo fielmente las instrucciones. No desmontar, quitar o modificar los dispositivos de seguridad.
- Comprobar que los mecanismos automáticos de barrenas están en perfecto estado.
- Uso de guantes mecánicos cuando el cambio de barrena sea necesario.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Actuar según las normas de comportamiento adecuadas a la actividad que se está realizando (procedimiento de trabajo). Ante una duda a la hora de realizar las correspondientes maniobras consultar a los mandos.
- Durante el trabajo, procurar no acercarse en demasía al borde de taludes.
- No se permitirá la presencia de personas en las cercanías donde se realice el trabajo o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.
- La máquina deberá ir provista de extintor, encargándose al maquinista de su buen funcionamiento.
- Para el buen funcionamiento de la máquina, y en especial por razones de seguridad, deberá efectuar escrupulosamente las revisiones prescritas por el Servicio de Maquinaria.
- Los trabajos de perforación requieren cambios de operarios y frecuentes descansos para reducir riesgos causados por la vibración de la maquinaria.
- Será necesario el uso de mascarilla antipolvo cuando las características del terreno conlleven la generación del polvo al perforar.

6.6.3 EPI'S A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada. (UNE-EN-ISO-20345) al bajar de la cabina
- Casco de protección (EN 397)
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388)
- Ropa de trabajo (UNE-EN ISO 13688)
- Chaleco reflectante (EN 471)
- Gafas antiproyecciones (UNE-EN ISO 16321-1)
- Protectores auditivos (EN 352)
- Mascarilla antipolvo (EN 140)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.7 CAMIÓN CUBA DE RIEGO

6.7.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGO

- Golpes contra objetos inmóviles o móviles.
- Caída a diferente nivel.
- Atropello.
- Vuelco.
- Atrapamiento.

6.7.2 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- El uso del camión, así como cualquier intervención sobre el mismo, está limitado al personal "autorizado" sobre la base de disponer de permiso de conducción y de su formación en relación con los riesgos asociados a su uso.
- Será responsabilidad del conductor del camión la verificación de la ausencia de líneas eléctricas aéreas en proximidad a la zona de trabajo que puedan entrar en "interferencia" con el camión tanto durante su desplazamiento como durante las operaciones de elevación del volquete, así como de la ausencia de personas en proximidad al mismo durante su desplazamiento o trabajo.
- El camión debe controlarse únicamente desde el asiento del conductor, respetándose la señalización de obra, así como las indicaciones de los señalistas y manteniéndose el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento. Las maniobras se realizarán sin brusquedades y avisándose con anticipación.
- El llenado de la cuba de riego se realizará en la zona o punto definido para ello, respetando las medidas de protección definidas en la misma. Señalizar la operación de carga de agua cuando tiene lugar en zonas próximas a la circulación de otros vehículos o máquinas.
- Está terminantemente prohibido:
    - Emplear el móvil durante la conducción.
    - Trabajar con el equipo sin disponer de la señalización luminosa y acústica de marcha atrás.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La entrada y salida, así como la circulación por obra sin respetar la señalización interna (limitación de velocidad, balizamientos en proximidad a bordes de taludes,…).
- El ascenso y descenso al camión o a la cuba de espaldas al mismo y/o empleando medios diferentes a la escalera incorporada por el fabricante.
- El ascenso y descenso al camión en movimiento.
- Bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- Estacionar el camión en rampa sin frenar y calzar.
- Aproximarse a una distancia inferior a aproximadamente 1 m del borde de taludes o zanjas.
- Realizar reparaciones o intervenciones en el equipo sin la oportuna “autorización” y/o con el motor en marcha.
- Fumar durante las operaciones de carga de combustible.
- Trabajar en proximidad a líneas eléctricas aéreas sin la previa verificación de la tensión de las mismas al objeto de delimitar adecuadamente la distancia de seguridad.
- El riego en proximidad a tendidos eléctricos.

6.7.3 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Las Aquellas que presente el camión desde su diseño y fabricación (Marcado CE) tales como carcasa o resguardos de partes móviles, señalización acústica y luminosa, placas informativas, …
- Aquellas otras necesarias en función de las condiciones del lugar y/o de las condiciones bajo las cuales se ejecuten los trabajos: balizamiento de la zona de trabajo, señalización y gálibos de líneas eléctricas, …

6.7.4 PROTECCIÓN INDIVIDUALES

- Calzado de seguridad.
- Aquellos otros necesarios en función de las condiciones de ejecución o de las condiciones del lugar donde se realice el trabajo: guantes, casco de seguridad, chaleco reflectante.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.8 TRAÍLLAS

6.8.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Caídas de personas al mismo y/o distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y contactos contra elementos móviles, inmóviles, objetos y/o herramientas.
- Proyección de fragmentos ó partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelcos de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Inhalación, ingestión y contactos con sustancias peligrosas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Ruidos y vibraciones.

6.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Normas generales de seguridad

a) El peso total de los equipos remolcados no debe exceder la capacidad máxima de frenado del vehículo tractor.

b) No ponga en funcionamiento la máquina si presenta anomalías que puedan afectar a la seguridad de las personas.

c) Mantenga limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplace los que falten.

d) El mantenimiento, revisiones y reparaciones generales sólo serán efectuados por personal autorizado.

e) Respete en todo momento la señalización de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

f) No se manipularán los dispositivos de seguridad bajo ningún concepto.

g) Asegúrese el correcto alumbrado en trabajos nocturnos o en zonas de escasa iluminación.

h) El mantenimiento de la máquina puede ser peligroso si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

i) Use ropa de trabajo ajustada. No lleve anillos, brazaletes, cadenas, etc.

j) La velocidad máxima del vehículo tractor no puede exceder la velocidad máxima más baja de los equipos remolcados.

k) La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.

l) No fije la vista en objetos móviles (nubes, vehículos, etc.) especialmente cuando trabaje en puentes o pasos superiores. Perderá el sentido de la orientación.

m) Mantenga la máquina y sus accesos limpios de grasa, barro, hormigón y obstáculos.

n) Nunca desconecte una manguera o conducto bajo presión.

o) Compruebe que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de sus órganos de trabajo.

p) La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.

q) Utilice el cinturón de seguridad si su equipo dispone del mismo.

r) No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.

s) No abra la tapa de llenado del circuito de refrigeración con el motor caliente.

t) En caso de contacto de la máquina con un cable bajo tensión, no salga de la cabina si se encuentra dentro, o no se acerque a la máquina si se encuentra fuera.

u) Reposte combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames.

v) No suelde ni aplique calor cerca del sistema de combustible o aceite.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Arranque de la maquina

a) Utilice siempre el equipo de protección individual (EPI) adecuado para cada trabajo.

b) Inspeccione visualmente alrededor de la máquina y estado de esta (niveles, desgastes, neumáticos, rodajes, etc.) y compruebe la señalización del entorno.

c) No ponga en marcha la máquina, ni accione los mandos si no se encuentra situado en el puesto del operador.

d) Examine el panel de control y el tablero de instrumentos y compruebe que funcionan correctamente todos los dispositivos de seguridad, medición y control.

e) Antes de conectar/arrancar el equipo asegúrese que nadie está en su área de riesgo.

f) Arranque el equipo conforme a las instrucciones del fabricante.

g) Al arrancar haga sonar la bocina si el equipo/instalación no lleva avisador acústico del arranque.

h) No utilizar la máquina antes de que el aceite hidráulico alcance la temperatura normal de trabajo.

i) Inspeccione visualmente las uniones: bulones, tuercas, soldaduras, corrosión, grietas, desprendimiento de pintura, etc.

Uso de la maquina

a) Utilice la máquina para las funciones para las que ha sido diseñada.

b) Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.

c) Atienda las indicaciones del señalista, especialmente al ir marcha atrás.

d) Al mover la máquina accione el claxon si no lleva avisador acústico del movimiento.

e) Extreme la prudencia en desplazamientos de la máquina por terrenos accidentados, resbaladizos, blandos, cerca de taludes o zanjas, en marcha atrás y cuando no tenga perfecta visibilidad. Mantenga la velocidad adecuada.

f) La cabina de control exclusivamente estará ocupada por el personal de operación.

g) No dejar abandonado el equipo con el motor funcionando.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Parada de la maquina

a) Pare el equipo conforme a las instrucciones del fabricante.

b) Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada.

c) Haga limpieza general del equipo/instalación.

d) Inmovilizar el equipo mediante calces, mordazas, etc.

e) Estacionado e inmovilizado el equipo, apoyar sobre el suelo los elementos activos (tambor, cuchara, hoja, etc.)

6.8.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

1. Casco (solo fuera de la maquina)
2. Calzado de seguridad.
3. Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
4. Guantes (mantenimiento, quemaduras).
5. Mascarilla antipolvo (si no se dispone de cabina cerrada).
6. Gafas de seguridad anti-proyecciones y polvo
7. Protectores auditivos (cuando sea necesario).

6.9 EXCAVADORA DE CADENAS



Esta maquinaria usa en las excavaciones de terreno y cuando se tienen que remover grandes cantidades de tierras. Se caracteriza por disponer de una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360º

Ese equipo de trabajos de desplaza por cadenas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.9.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Caías de persona a distinto nivel
- Golpes i contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos
- Incendios
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgos de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

6.9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Medidas generales maquinaria

a) Deben utilizarse excavadoras de cadena que dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.

b) Debe disponer de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.

c) Debe está dotada de señal acústica marcha atrás.

d) Cuando la maquina circule únicamente por la obra, es necesario que la persona que la conduce tenga la pertinente autorización, dispone de formación e información específica de PRL.

e) Antes de iniciar todos los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la excavadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

f) Se debe subir y bajar por la escalera prevista por el fabricante y se deben usar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la excavadora.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Uso y mantenimiento

a) Antes de empezar los trabajos hay que localizar y reducir al mínimo los riesgos derivados de cables subterráneos aéreos u otros sistemas de distribución.

b) Controlar la maquina únicamente desde el asiento del conductor.

c) Prohibir la presencia de trabajadores y terceros en el radio de acción de la máquina.

d) La excavadora de cadenas no puede utilizarse como medio para transportar personas, excepto que la maquina disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.

e) Prohibido el transporte de personas en la cuchara.

f) No se debe subir ni bajar con la excavadora en movimiento.

g) Durante la conducción, se debe usar siempre cinturón de seguridad.

h) En trabajos en zonas de servicios afectados, cuando no se disponga de buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, será necesario la colaboración de un señalista.

i) Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

j) En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos, es necesario comprobar la tensión de estos cables para poder identificar la distancia mínima de seguridad. Estas distancias de seguridad dependen de la tensión nominal de la instalación.

k) Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, debemos aparcar la maquina en un lugar seguro y esperar.

l) No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

m) Se deben realizar las entradas y salidas de los tajos, extremando las precauciones y si la visibilidad fuera escasa con la ayuda de un señalista.

n) Se deben evitar desplazamientos de la maquina en zonas a menos de 2m del borde de coronación de taludes.

o) En operaciones de carga de camiones, se debe comprobar que el conductor se encuentra fuera de la zona de trabajo de la máquina. Hay que evitar, asimismo, que la cuchara pase por encima de la cabina del vehículo que se está cargando. Durante esta operación, hay

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

que asegurarse de que el material queda uniformemente distribuido en el camión, que la carga no es excesiva que se deja sobre el camión con precaución.

p) La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a dos metros del borde del talud.

q) En actuaciones dentro del agua, se debe usar la cuchara para verificar la profundidad del fondo y para descubrir posibles cavidades o peligros. La altura máxima del agua no tiene que superar la parte inferior de la corona de giro.

r) No se debe usar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo.

s) Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

t) No usar cuchara o accesorios más grandes de lo que permita el fabricante.

u) Siempre se ha de extraer el material de cara a la pendiente.

v) Mover la maquina siempre con la pala recogida y en el sentido del movimiento.

w) No pasar la carga o pala por encima de las personas.

x) Cuando se use con otros complementos hidráulicos (martillo, cortadora de hormigón, etc.) u otros equipos que puedan producir vibraciones, no utilizar los cilindros hidráulicos a menos de 10 cm de sus posiciones extremas.

y) Cuando se excave en inclinaciones importantes, es necesario que la maquina realice una vuelta completa, aproximadamente una vez cada hora, para que no queden si lubricación parte vitales del sistema de giro.

z) En operaciones de cambio de cuchara o brazo, controlar la alineación de las almohadillas y juntas con la mano, sino que se deberá asegurar su posición con cinta adhesiva.

aa) No superar las pendientes fijadas por el manual de instrucciones.

bb) En operaciones de mantenimiento, la maquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de trasmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

cc) En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la excavadora y, una vez situada, hay que retirar la llave de contacto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

dd) Estacionar la excavadora en zonas retiradas, de terreno llano y firme, sin riesgo de desplomes, desprendimientos o inundaciones. Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería, cerrar la cabina y el compartimento del motor y apoyar la pala en el suelo.

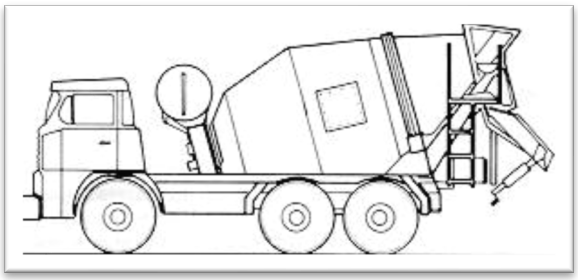
6.9.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco (solo fuera de la maquina)
- Calzado de seguridad.
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
- Guantes (mantenimiento, quemaduras).
- Mascarilla antipolvo (si no se dispone de cabina cerrada).
- Gafas de seguridad anti-proyecciones y polvo
- Protectores auditivos (cuando sea necesario).

6.10 CAMIÓN HORMIGONERA. HORMIGONADO.







El camión hormigonera está formado por una cuba o bombo giratorio soportado por el bastidor de un camión adecuado para soportar el peso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La cuba o bombo giratorio, tiene forma cilíndrica o bicónica estando montada sobre la parte posterior y en ella se efectúa la mezcla de los componentes. Esta cuba reposa sobre el chasis, por medio de soportes y rodillos.

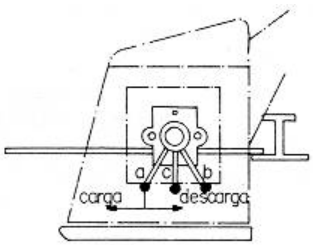
En el interior de la cuba las paletas proporcionan una mezcla longitudinal uniforme al hormigón y un vaciado rápido. Su orientación puede ser modificada, ya sea para facilitar el mezclado en el fondo, durante el transporte o bien para recoger el hormigón durante el vaciado.

En la parte superior trasera de la cuba, se encuentra la tolva de carga, de tipo abierto, con una fuerte pendiente hacia el interior de la misma. La descarga, se encuentra instalada en la parte trasera baja de la cuba, constituida por una canaleta orientada en 180º de giro y con inclinación que se ajusta mediante un sistema mecánico manual, o hidráulico.

Rotación de la cuba: La cuba puede ser accionada de varias formas:

- Independientemente: mediante un motor auxiliar, generalmente diésel, con transmisión mecánica o hidráulica.
- Por transmisión mecánica: a partir de una toma de fuerza, sea en la caja de cambios del motor del camión o en el extremo delantero del camión.
- Por transmisión hidráulica: se realiza a partir de una toma de fuerza conectada al cigüeñal que acciona una bomba hidráulica de pistones y caudal variable.

Mandos: El sistema de mandos normalmente utilizado se encuentra en la parte posterior del bastidor de la hormigonera y podemos distinguir tres partes principales:



- Palanca que permite determinar el sentido de rotación de la cuba (a).
- Acelerador que permite graduar la velocidad de rotación del vehículo transportador (b).
- Dispositivo de bloqueo de las palancas (c). (no todas lo llevan).

Puesta en marcha de la hormigonera:

- Se arranca el motor del vehículo transportador.
- Se suelta el dispositivo de bloqueo (c).
- Se da un poco de gas con la palanca de acelerador (b).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se mueve la palanca (a). La cuba entonces empezará a girar en el sentido de carga-mezcla-movimiento o en sentido de descarga, según la dirección en que se gire.

6.10.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Accidentes de tráfico
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.

6.10.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Medidas generales

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra (según reglamentación sobre señalización 8.3. IC o la indicada previamente en el Estudio de Seguridad de la obra). Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada y se señalizarán las zonas de desplazamiento y salida y entrada de maquinaria pesada a la calzada desde los puntos de suministro de las materias primas.
- Antes de arrancar el camión o de desplazarlo, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No se permite el transporte de personas en ninguna máquina.
- El ascenso y descenso se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos, manteniendo siempre 3 puntos de apoyo.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes de acceso y descenso.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido al personal que se encuentre en los alrededores del camión, cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras están circulando.
- No subir o bajar del camión cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas, o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de estupefaciente durante la jornada de trabajo.
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente, en el camión, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos. En las zonas de trabajo junto a carriles con tráfico, se saldrá de la cabina siempre por la puerta contraria al carril con circulación.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.

- Se procurará no llenar en exceso la cuba en previsión de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.

- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos. Se consultará siempre en obra el lugar indicado para estos trabajos y ser hará uso de gafas de seguridad.

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

- Se habilitarán caminos de acceso a los tajos, estableciéndose pasarelas de 0'60 m. como mínimo para poder trabajar.

- Cuando entre hormigón dentro de la bota, inmediatamente se quitará la misma para lavar primero el pie hasta que desaparezca el hormigón y luego la bota. De no hacerlo así, se producirá quemaduras en el pie. Lávese las manos y la piel manchada de hormigón periódicamente. Use guantes para evitar el contacto del hormigón en la piel de las manos.

- Antes del vertido del hormigón se revisarán los encofrados en evitación de reventones o derrames innecesarios.

- Vigile durante la carga el riesgo de proyección de partículas de hormigón sobre cabeza y cuerpo del conductor al no ser recogidos por la tolva de carga, haga uso de protección para la vista y la cabeza.

- Durante el transporte: existen riesgo de golpes a terceros con la canaleta de salida al desplegarse por mala sujeción, rotura de la misma o simplemente por no haberla sujetado después de la descarga y riesgo de caída de hormigón por la tolva al haberse llenado excesivamente. Verifique antes de salir que la canaleta está correctamente anclada y que no se ha llenado en exceso la tolva de hormigón.

- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios. Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberá pintarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.

- No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.

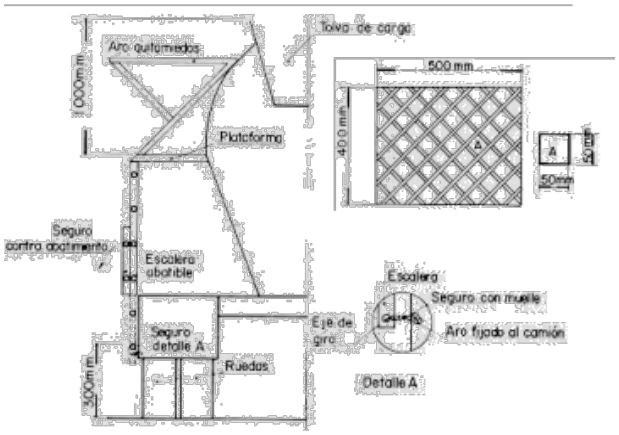
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, canaletas, etc.).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.

Sistemas de seguridad

- Tolva de carga: consiste en una pieza en forma de embudo que está situada en la parte trasera superior del camión. Una tolva de dimensiones adecuadas evitará la proyección de partículas de hormigón sobre elementos y personas próximas al camión durante el proceso de carga de la hormigonera. Se consideran que las dimensiones mínimas deben ser 900 x 800 mm.



- Escalera de acceso a la tolva: La escalera debe estar construida en un material sólido y a ser posible antideslizante. En la parte inferior de la escalera abatible se colocará un seguro para evitar balanceos, que se fijará a la propia escalera cuando esté plegada y al camión cuando esté desplegada. Así mismo debe tener una plataforma en la parte superior para que el operario se sitúe para observar el estado de la tolva de carga y efectuar trabajos de limpieza dotada de un aro quitamiedos a 90 cm. de altura sobre ella. La plataforma ha de tener unas dimensiones aproximadas de 400 x 500 mm y ser de material consistente. Para evitar acumulación de suciedad deberá ser del tipo de rejilla con un tamaño aproximado de la sección libre máxima de 50 mm de lado.

- La escalera solo se debe utilizar para trabajos de conservación, limpieza e inspección por un solo operario y colocando los seguros tanto antes de subir como después de recogida la parte abatible de la misma. Solo se debe utilizar estando el vehículo parado.

Arranque del camión

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad del camión, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, retrovisores etc.)

- Antes de comenzar un tramo de observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor del camión para ver si hay algún derrame o algún daño.

- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales,). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.

- El camión estará al día del correspondiente mantenimiento e inspecciones periódicas y tendrá tarjeta de transporte y seguro en vigor. Se revisarán diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad del mismo.

Consejos de funcionamiento

- Para acceder al corte de carril se hará uso obligatorio de rotativo luminoso. En caso de no poder acceder por que la velocidad del tráfico es demasiado elevada, se pasará de largo haciendo el cambio de sentido e intentándolo otra vez, ralentizando antes la velocidad para no acceder de forma brusca al carril cortado. En caso de no poder acceder se solicitará a la obra un coche de apoyo con señalización que ralentice el tráfico para facilitar la entrada al corte.

- La velocidad del camión se mantendrá siempre lo más baja posible que permita el vertido y no maniobrará bruscamente ni de forma imprevista.

- Está totalmente prohibido que el personal de a pie se encuentre en la zona de acción del camión, nadie debe situarse en los ángulos muertos.

- El conductor del camión no abandonará nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.

- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.

- Para evitar el contacto con líneas eléctricas aéreas, mantendrá las distancias de seguridad obligatorias, 3 metros para líneas inferiores a 50.000 V y 5 metros para líneas superiores a 50.000 V, teniendo en cuenta la altura del camión.

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.

- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.

- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.

- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.

Vertido de hormigón con canaleta

- Canaletas de salida del hormigón: Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hasta posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue. Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.

- Las canaletas auxiliares deben ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas con cierre y seguro de cierre.

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán topes, si fuera necesario en el lugar donde haya que quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.

- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás, que por otra parte siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo

- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 1 m. del borde de la zanja.

- Antes de iniciar los trabajos con el camión, se debe revisar si existen obstáculos o irregularidades en el terreno donde se va a verter para que el conductor del camión extreme la precaución en sus maniobras de modo que se eviten vuelcos o posibles colisiones. Se evitará arrimar el camión a dichos obstáculos y a las bermas de la carretera (zonas longitudinales comprendidas entre el borde exterior de la zona donde se va a extender y la cuneta o terraplén).

- Se prestará especial atención a la existencia de pozos o baches, así como a las pendientes excesivas o curvas cerradas y con gran peralte, que pongan en riesgo la estabilidad del camión.

- El camión estará dotado de retrovisores y acústico de marcha atrás

- Durante la descarga tenga cuidado puede golpearse en la cabeza al desplegar la canaleta. Haga uso de casco de seguridad

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Vigile la posibilidad de atrapamiento de dedos o manos en las articulaciones y uniones de la canaleta al desplegarla y evite los golpes en los pies al transportar las canaletas auxiliares o al proceder a unirlas a la canaleta de salida por no seguir normas de manutención. Haga uso de botas de seguridad con puntera reforzada

- Vigile que no hay personal en el radio de acción de la canaleta para evitar golpes a terceras personas situadas en el radio de giro de la canaleta al no estar fija esta y estar personas ajenas próximas a la operación de descarga de hormigón.

- Después de cada paso de hormigón se deben limpiar con una descarga de agua.

- Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa:

    - El camionero y el operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendiente de las evoluciones del mismo.

    - Si por la situación del gruísta se debe acompañar en su bajada al cubilote esto se hará procurando no colocarse entre el cubilote y la parte trasera de la hormigonera para evitar atrapamientos entre ambos elementos.

    - Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo.

    - Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar un balanceo imprevisto de la carga les golpee.

Durante el funcionamiento

- Los camiones deben ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos o que entrañen otros peligros, a lo largo de zanjas o taludes, en marcha atrás. No se debe bajar del camión a menos que: esté parado el vehículo, haya un espacio suficiente para apearse.

- Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá: ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, llevar brazos o piernas colgando del exterior.

- No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable del camión. Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16%, si el camión-hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

de forma continua. En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.

- Circule por la obra con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas.
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales. La velocidad debe ser constante y suave, sin arranques o paradas bruscas.
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- En caso de contacto del camión con un cable con tensión:
    - Permanecerá en el camión y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a llamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

Mantenimiento

- Deberá pararse el camión para realizar las tareas de limpieza de restos de hormigón u otros materiales adheridos
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de poner en marcha cualquier parte del camión, montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en el camión no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En cuanto a los trabajos de mantenimiento utilizando herramientas manuales se deben seguir las siguientes normas: seleccionar las herramientas más adecuadas para el trabajo que ha de ser ejecutado, cerciorarse de que se encuentran en buen estado, hacer el debido uso, al terminar el trabajo guardarlas en la caja o cuarto dedicado a ello. Cuando se utilizan pistolas de engrase a presión nunca se deben colocar las manos frente a las toberas de salida.

- En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.

- Cuando se haya fraguado el hormigón de una cuba por cualquier razón el operario que maneje el martillo neumático deberá utilizar cascos de protección auditiva de forma que el nivel máximo acústico sea de 80 dB.

Parada y aparcamiento

- Estacione el camión en una superficie firme y nivelada. Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión-hormigonera el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta y caso necesario bloquear las ruedas mediante calzos.

- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegúrelo contra el vandalismo y utilización no autorizada.

- Proteger con señalización visible la presencia del camión cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.

- Haga limpieza general periódicamente.

6.10.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad suela antideslizante

- Casco de seguridad

- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche

- Mascarilla para polvo FPII

- Guantes clase A tipo 2

- Gafas de seguridad para la vista

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.11 COMPRESOR Y PISTOLA

6.11.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Vuelco
- Atrapamiento de personas
- Fugas de aire con riesgo de coletazos
- Ruido y vibraciones

6.11.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- El equipo dispondrá de Manual de instrucciones y mantenimiento.
- El transporte en suspensión se efectuará mediante eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma, que quede garantizada la seguridad de la carga.
- Las carcasas protectoras estarán siempre cerradas, en prevención de ruidos y atrapamientos.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Se controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros para que sean subsanados.

6.11.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Monos o chalecos reflectantes
- Botas de seguridad
- Mascarillas adecuadas
- Guantes adecuados

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.12 DUMPER DE OBRA





Un dúmper es una máquina autopropulsada equipada con ruedas, con una caja abierta (tolva) que transporta, y/o esparce materiales ligeros como tierras, escombros o similares.

El dumper posee una caja o tolva descubierta que es cargada manualmente en los pequeños y mediante medios mecánicos aquellos de tamaño medio o de gran capacidad.

6.12.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Ruido y vibraciones
- Riesgo de contacto eléctrico directo e indirecto (arco eléctrico) con líneas aéreas eléctricas en tensión.
- Golpes y colisiones con y contra objetos
- Quemaduras.
- Vuelco del dumper
- Accidente de trafico
- Atropellos y atrapamientos
- Salpicaduras de materiales
- Caída de objetos
- Proyección de partículas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.12.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Medidas generales maquinaria

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización del centro de trabajo. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que estos estén a una distancia de seguridad.
- El ascenso y descenso del dumper se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores del dumper especialmente cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras la maquina esté en funcionamiento.
- No subir o bajar del dumper cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de estupefacientes durante la jornada de trabajo.
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente en la cabina de la máquina, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal del centro de trabajo antes de iniciar los trabajos.

- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.

- Sólo se podrá trabajar con la máquina en lugares cerrados (interior de naves, túneles, etc.) cuando se pueda garantizar que se mantendrá una ventilación adecuada y suficiente durante la realización del trabajo. En tal caso, deberá detenerse el motor cuando no se emplee la máquina.

- Los bordes de excavaciones y vaciados deberán estar acotados y disponer de elementos que adviertan al operador que se está aproximando excesivamente al mismo.

- Evitar realizar trabajos en zonas donde exista riesgo de calda de objetos sobre el puesto de conducción. Cuando sea necesario, la máquina deberá disponer de una estructura de protección (ROPS) en la dirección de caída del objeto (parte superior, frontal, lateral o trasera).

Arranque de la máquina

- La máquina deberá estar matriculada para poder circular por vía pública y deberá disponer de los perceptivos elementos de seguridad y señalización (luz rotativa, retrovisores, etc.). Para circular por vía pública el conductor deberá disponer de carnet de conducir tipo B.

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro, sistema de frenado, estado de peldaños, niveles, retrovisores, cinturón etc.).

- Antes de comenzar el trabajo, observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior. Verificar los niveles de combustible, aceite hidráulico, líquido de frenos, líquido refrigerante etc.

- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales…). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.

- Verificar antes del comienzo de los trabajos el nivel de presión de los neumáticos y que no existen cortes en las cubiertas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Consejos de funcionamiento:

- No utilizar el volante y/o las palancas como asideros para subir o bajar de la máquina.
- Hacer uso siempre del cinturón de seguridad.
- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con el dumper si no está acompañado permanentemente de una persona experta. Se autorizará a su manejo por parte de la empresa.
- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, y demás elementos de protección instalados.
- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.
- En el centro de trabajo circule con las luces encendidas en caso de poca visibilidad por polvo, lluvia, o nieblas.
- No accionar la palanca de inversión de marcha si la máquina no está totalmente parada.
- No manipular las palancas de la tolva cuando el dúmper esté desplazándose
- El personal al cual se le asigne un vehículo será responsable de custodiar la documentación del mismo, así como de llevar al día las operaciones de mantenimiento y demás tales como: ITV, etc.
- Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina. No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable del dumper. Como norma general no superar valores de pendiente de 20% en terrenos húmedos y 30% en terrenos secos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas. Ajuste bien los retrovisores
- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales (máximo 10km/h).
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes y no circular en dirección transversal a la pendiente.
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- No se permite el transporte de personas ni en la cabina ni en la tolva.
- Mirar continuamente en la dirección de marcha de la máquina
- Respetar los pesos máximos autorizados de la maquina
- Circular manteniendo las distancias de seguridad de los taludes y terraplenes (2 m). No circular cerca de taludes sin consolidar.
- Para vertido de tierras en taludes se colocarán topes
- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos y giros. Subir las pendientes siempre marcha delante.
- En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones, y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper.
- Debe ir equipado con pórtico metálico antiatrapamiento en caso de vuelco (dispositivo ROPS).
- En la carga y descarga del material: se controlará el peso de la carga transportada para no exceder de la capacidad máxima permitida de carga. No levantara la tolva con el dumper en marcha, evitar maniobras bruscas para prevenir desplazamientos de la carga, especialmente cuando esta es pastosa, y se circula por terreno con pendiente transversal. No efectuar maniobras de descarga en terrenos en pendiente para evitar riesgos de vuelcos. No descargar material en pendientes mayores al 10%

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Evitar subir o bajar bordillos, en caso de ser necesario, se deberán colocar rampas de pendiente reducida que sean de un material capaz de soportar el peso de la máquina y su carga. Subir o descender con las dos ruedas delanteras o traseras al mismo tiempo, evitando la realización de giros

- En caso de contacto del dumper con un cable con tensión:

    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.

    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque.

    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.

    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:

        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección

- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina

- Siempre que baje del dumper deberá llevar calzado de seguridad, chaleco reflectante y casco para la cabeza.

- Una vez descargado el dumper baje la caja y salga del centro de trabajo por el lugar indicado.

Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se está próximo a llamas vivas o incandescentes.

- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener el dumper limpio de derrames con el fin de evitar incendios.

Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza.
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

Parada y aparcamiento:

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.

6.12.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad.
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
- Casco de protección.
- Mascarilla en ambiente pulverulento.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Guantes de protección.
- Gafas antiproyección
- Protectores auditivos

6.13 FURGONES Y VEHÍCULOS DE OBRA

6.13.1 RIESGOS

- Atropello de personas.
- Vuelco del vehículo.
- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Riesgo de accidentes de circulación.

6.13.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Está prohibido fumar en las inmediaciones de los surtidores o lugares de almacenamiento de materias inflamables.
- Dotar a los vehículos de un extintor portátil adecuado, y asegurarse de que se encuentra en perfecto estado de mantenimiento.
- Señalizar claramente todo vehículo en reparación o no apto para circular. En caso de ser posible, se retirará inmediatamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se establecerá un programa de mantenimiento para asegurar el correcto estado del vehículo.
- Todo vehículo será revisado, en los elementos de seguridad, al menos, por el operario, cada vez que se utilice.
- Todos los trabajadores que manejan vehículos tendrán carnet de conducir apropiado al vehículo que conducen.
- Además de observar las medidas propias del correcto mantenimiento del vehículo, al menos en sus órganos de seguridad, se observarán las medidas relativas al descanso del conductor.
- Se seguirán escrupulosamente los preceptos contenidos en el Reglamento de Seguridad Vial.
- Un factor muy importante en la seguridad de los vehículos a motor es la fatiga del conductor. La dirección asistida, los servofrenos, la mejora del confort de marcha, el aire acondicionado, y la reducción del ruido colaboran todos ellos a reducir la fatiga del conductor.
- Al abrir los capós de los vehículos, se debe poner siempre la barra anticaída o si ésta estuviese deteriorada, algún sistema que haga sus veces, de suficiente resistencia y seguridad.
- El control de los atropellos o golpes con vehículos se debe lograr mediante el cumplimiento estricto de las normas de Seguridad Vial, en la confluencia con vías de circulación de automóviles.
- Se subirá y bajará de los vehículos por los lugares adecuados.

6.13.3 PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas de seguridad
- Guantes de seguridad
- Chaleco reflectante

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.14 MESA DE SIERRA

Una mesa de sierra circular es una máquina diseñada para cortar materiales mediante avance manual de la pieza en obras de construcción al aire libre. Consta de una hoja de sierra circular (disco de corte) y de una mesa horizontal que están fijas durante la operación de corte.

Esta ficha es válida para mesas de sierra circular para trabajar la madera accionadas por un motor eléctrico.

Esta ficha muestra únicamente las normas específicas de seguridad que deberá seguir el operador de esta máquina para poder utilizarla de un modo seguro.

Esta ficha no sustituye al manual de instrucciones del fabricante. Las normas contenidas son de carácter general, por lo que puede que algunas recomendaciones no resulten aplicables a un modelo concreto.

Esta ficha está destinada a operadores de maquinaria alquilada, por lo que no se contemplan ni los riesgos generales existentes en una obra ni los riesgos derivados de las operaciones de transporte o mantenimiento de la máquina (operaciones que serán realizadas por las empresas de alquiler).

En caso de que se conecte la máquina a un grupo electrógeno, esta ficha debe ser leída junto con la del grupo.

La máquina sólo deberá emplearse para el fin al que ha sido destinada y siempre por personal autorizado y formado para su utilización.

El operador debe familiarizarse con el manejo de la máquina antes de usarla por primera vez. Deberá conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando, la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para maniobrar y la misión de los dispositivos de seguridad.

Prestar una especial atención a todas las placas de información y advertencia dispuestas en la máquina.

Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier modificación de la máquina sólo podrán ser realizadas por personal especializado perteneciente a la empresa alquiladora.

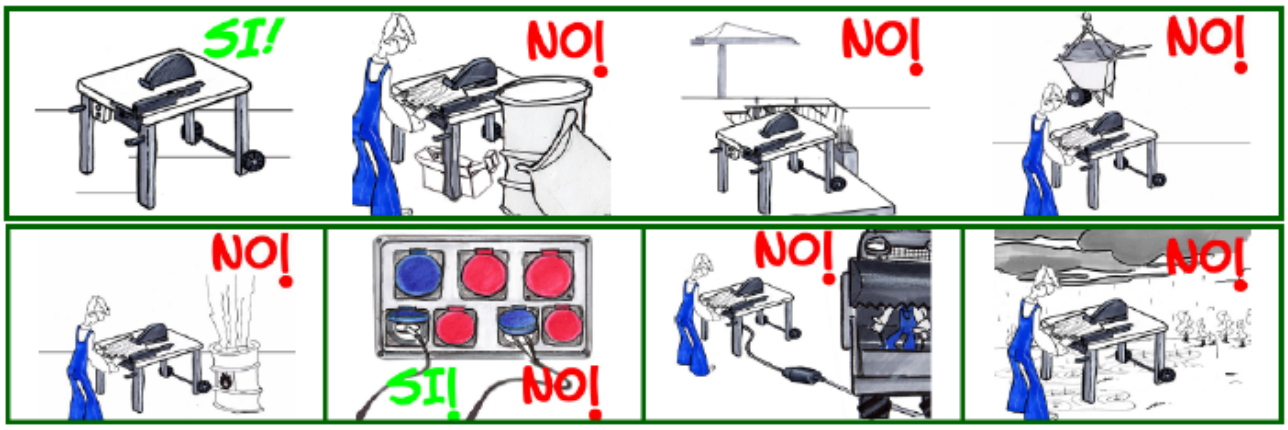
No utilizar la máquina cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. En tal caso, poner la máquina fuera de servicio y avisar inmediatamente al servicio técnico de la empresa alquiladora.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Antes de comenzar a trabajar

RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caídas al mismo nivel.	Conocer las instrucciones de seguridad contenidas en el **Estudio de Seguridad y Salud de la obra** para la realización de trabajos con este tipo de máquina.
Vuelco de la máquina.	Informarse cada día de otros trabajos que puedan generar riesgos (falta de barandillas, etc.), de la realización simultánea de otros trabajos y del estado del entorno de trabajo (obstáculos, suciedad, hielo, etc.).
Vuelco de la máquina.	Conocer la ubicación exacta donde se deberá situar la máquina. Situar la máquina en una superficie firme, nivelada y lo más limpia y seca posible.
Caídas al mismo nivel.	El espacio entorno a la mesa deberá ser acorde con la longitud de las piezas a cortar
Caídas a distinto nivel	Situar la mesa de forma que el corte se efectúe a favor del viento y donde las partículas despedidas durante el corte no puedan alcanzar a otros trabajadores
Proyección de objetos	Mantener el entorno de la mesa de corte lo más limpio y seco posible durante el trabajo con la máquina. Mantener libre de obstáculos el espacio situado alrededor de la máquina
Caída de la máquina desde altura.	No situar la máquina cerca de los **bordes de estructuras, taludes o cortes del terreno**, a no ser que éstos dispongan de protecciones colectivas efectivas (barandillas, etc.).
Caída de objetos sobre el operador	No situar la máquina bajo **zonas de circulación de cargas suspendidas** ni en zonas de paso de vehículos
Golpes. Atropellos	En caso necesario, situar las protecciones adecuadas respecto a la zona de circulación de peatones, trabajadores o vehículos (vallas, señales, etc.).
Incendio. Explosión.	No utilizar nunca la máquina en **atmósferas potencialmente explosivas** (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.). No almacenar material inflamable en las cercanías del motor. Antes de conectar la máquina a la toma de corriente, verificar que la tensión y frecuencia coinciden con las indicadas en su placa de características.
Contacto eléctrico directo	La conexión se debe realizar mediante clavijas estancas de intemperie. **No realizar conexiones directas hilo-enchufe**. No sobrecargar el enchufe empleando adaptadores.
Contacto eléctrico indirecto.	Comprobar que el punto de alimentación eléctrica dispone de interruptor diferencial, interruptor magnetotérmico y base con toma de tierra. **No anular nunca estos dispositivos**. El **interruptor diferencial** podrá ser de baja sensibilidad (300 mA) siempre que todas las masas de la máquina estén puestas a tierra, siendo ésta inferior a 80 ohmios. En caso contrario, el interruptor diferencial deberá ser de alta sensibilidad (30 mA). En caso de desconocer si la conexión a tierra es adecuada, consultar a un electricista. Cuando se empleen alargaderas, comprobar que son de la sección adecuada y que están provistas de hilo de tierra. **Verificar siempre la continuidad del cable de tierra**. Mantener el cable eléctrico desenrollado y alejado del calor, charcos de agua o aceite, aristas vivas o partes móviles. Proteger el cable eléctrico cuando discurra por zonas de paso de trabajadores o vehículos. Mantener elevado el cable siempre que sea posible.
Cortes por falta de visibilidad.	Cuando la iluminación natural sea insuficiente, **deberá paralizarse el trabajo si no existe una iluminación artificial que garantice una adecuada visibilidad en el lugar de trabajo**.
Caída de objetos desde altura.	Para traslados a diferentes niveles de altura, **no colgar directamente la mesa del gancho de la grúa** mediante eslingado. Situarla sobre una base de dimensiones adecuadas (bateas, etc.) y fijarla fuertemente.
Caídas a distinto nivel	No utilizar la máquina a la intemperie bajo **condiciones climatológicas adversas** (lluvia, nieve, iluminación insuficiente, velocidad elevada del viento, etc
Golpes por elementos de la máquina	Emplear el equipo de rodadura de la máquina para desplazarla distancias cortas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Comprobaciones diarias



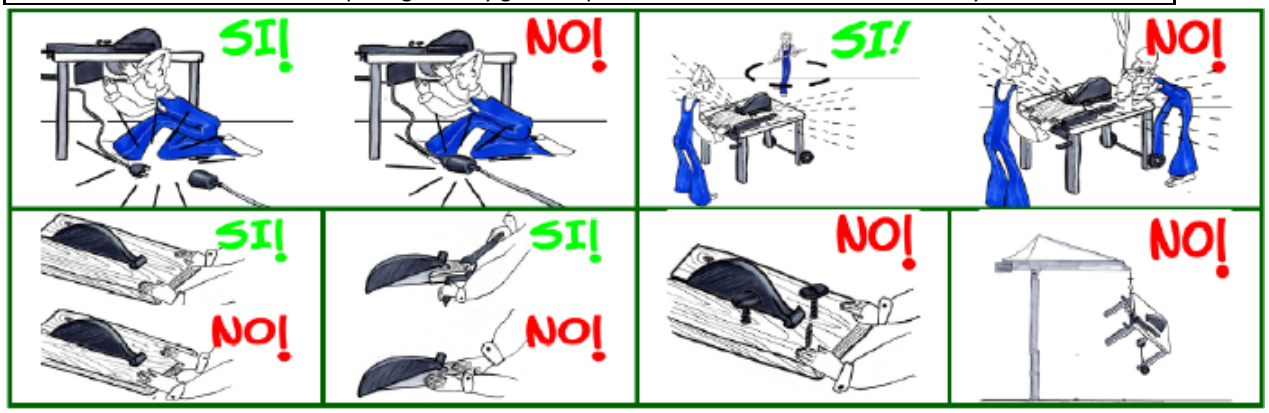
- Verificar que la máquina no posea daños estructurales evidentes y que se mantiene la estanqueidad del cuadro eléctrico.
- Comprobar que el resguardo superior e inferior del disco se encuentran en buen estado y están correctamente colocados.
- Verificar que se dispone de empujador y de guías longitudinales y transversales y que éstos se encuentran en buen estado.
- Comprobar periódicamente que la rendija de extracción de viruta del resguardo inferior no esté obstruida.
- Verificar que el sistema de ruedas provisto para el transporte está en buen estado.
- Comprobar que las señales de información y advertencia permanecen limpias y en buen estado (por ejemplo, indicación del sentido de giro, etc.).
- Comprobar que el cable eléctrico y la clavija de conexión se encuentran en buen estado.

Trabajando con la máquina

RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Rotura del disco. Proyección de objetos. Cortes.	Antes de poner en marcha la máquina, y periódicamente, **verificar visualmente el buen estado del disco de corte** girándolo a mano. Hacerlo con el cable eléctrico desconectado. Sustituir el disco cuando esté rajado, desgastado o le falte algún diente. Hacerlo con el cable eléctrico desconectado. Montar el disco teniendo en cuenta el sentido de rotación indicado en la máquina. Sólo se podrán utilizar discos de corte con un diámetro interno y externo igual al indicado por el fabricante y cuya velocidad de giro se corresponda con la de la máquina. **Verificar que el disco que se va a montar es adecuado para el material a cortar** (madera, etc.). Una vez se haya sustituido el disco, comprobar que todos los componentes se han montado correctamente y que los tornillos y tuercas están bien apretados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
	Verificar que se han retirado las llaves y útiles de reglaje antes de poner en marcha la máquina.
Rotura del disco. **Proyección de objetos.** **Cortes.**	**No permitir la presencia** de otros trabajadores dentro del radio de acción de la máquina durante su uso. Antes de conectar el cable eléctrico a la toma de corriente, verificar que el interruptor de puesta en marcha del motor está apagado. Una vez conectado el cable, pulsar el interruptor de puesta en marcha del motor. **Verificar que el disco gira en el sentido correcto y que no hace movimientos extraños**. **El resguardo superior debe proteger siempre el disco. No retirarlo o bloquearlo**.
Proyección de objetos. **Movimientos incontrolados.** **Cortes.** **Caída de objetos sobre los pies del operador.** **Vuelco de la máquina.**	**Con esta máquina sólo está permitido cortar piezas de madera**. Colocarse siempre de frente a los mandos, por la zona de entrada del material a cortar. Comprobar que las piezas de madera **no dispongan de nudos o de elementos metálicos** como clavos, tornillos, etc. Retirarlos antes de iniciar el corte. No empujar la pieza con las manos frente al disco y los dedos pulgares extendidos. **Mantener las manos alejadas lo más posible del disco de corte (al menos 20 cm)**. Utilizar siempre el empujador cuando la pieza sea de pequeñas dimensiones (cuñas, etc.) o se vaya a cortar el final de una pieza. Nunca emplear las manos directamente. En caso de piezas de gran tamaño, tener en cuenta la posible caída de las piezas cortadas de la mesa de corte así como el basculamiento de la propia mesa.
Cortes. **Quemaduras.** **Utilización de la máquina por personas no autorizadas.** **Caída de objetos sobre los trabajadores.**	**No abandonar la máquina mientras el motor permanezca en funcionamiento**. Pulsar el interruptor de parada para detener el motor. A continuación, desconectar el cable eléctrico de la toma de corriente. N**o levantar el resguardo hasta que se haya detenido completamente el disco**. No tocar el disco de corte inmediatamente después de haber finalizado el trabajo. Esperar un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado. Al final de la jornada, guardar la máquina en un lugar seguro donde no pueda ser usada por personal no autorizado. **No dejarla en suspensión del gancho de una grúa durante los periodos de inactividad**. La limpieza de la máquina debe llevarse a cabo con el motor parado y el cable de alimentación desconectado. Nunca emplear agua a presión, usar trapos húmedos. Emplear guantes y ganchos para retirar las virutas o recortes de mayor tamaño.



Ropa y equipos de protección individual

- Usar ropa de trabajo con puños ajustables. No es recomendable llevar colgantes, cadenas, ropa suelta, etc. que puedan engancharse con elementos de la máquina.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se deberán utilizar los equipos de protección individual que figuren en el Estudio de Seguridad y Salud para las situaciones señaladas en el mismo. A continuación, se muestra un ejemplo de los equipos que se suelen utilizar:
    - Calzado de seguridad. Su uso es obligatorio en una obra. Deberá poseer suela antiperforante/antideslizante.
    - Gafas de protección. Su uso es obligatorio al existir riesgo de proyección de objetos durante su utilización.
    - Protectores auditivos. Será obligatorio cuando el valor de exposición a ruido (LAeq,d) supere los 87 dB(A).
    - Casco de protección. Será obligatorio cuando exista riesgo de caída de objetos o de golpes en la cabeza.

6.15 GRUPO ELECTRÓGENO

Equipo de trabajo accionado por un motor diésel o de gasolina, destinado a abastecer a consumidores fuera del alcance de una red eléctrica pública.

6.15.1 RIESGOS

- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Inhalación o ingestión de agentes químicos peligrosos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

6.15.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Normas generales

- Utilizar grupos electrógenos con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Debe elaborarse un proyecto de instalación del grupo electrógeno realizado por un técnico competente, cuando la potencia del grupo supere los 10 kilovatios.

Normas de uso y mantenimiento

- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Hay que cargar el combustible con el motor parado.
- Asegurar la conexión y comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma a tierra y asegurar el correcto hundimiento de la piqueta.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Evitar inhalar vapores de combustible.
- Tienen que ser reparados por personal autorizado.
- La conexión o suministro eléctrico se tiene que realizar con manguera antihumedad.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica.
- No realizar trabajos cerca de su tubo de escape.
- No realizar trabajos de mantenimiento con el grupo en funcionamiento.
- Revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor.
- Situar el grupo a una distancia mínima de 2 m de los bordes de coronación de las excavaciones.
- Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.
- En la vía pública, esta actividad se aislará debidamente de las personas o vehículos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Antes de ponerlo en funcionamiento, asegurarse de que estén montadas todas las tapas y armazones protectores.
- Instalación de interruptores diferenciales de 30mA para detectar cualquier fuga de corriente.
- El grupo dispondrá también de protectores magnetotérmicos para sobreintensidad de corriente.
- Queda expresamente prohibido:
    - Tender de forma desordenada el cableado por la obra.
    - No disponer de diferencial a 0,03 A.
    - El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectores estancos de intemperie.
    - La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.
- Vigilar que no se produzca ninguna pérdida de combustible debido a que existe el riesgo de incendio al ponerse en contacto con partes de la máquina a elevada temperatura

6.15.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad
- Casco
- Gafas antiproyección
- Mascarilla antipolvo
- Chaleco alta visibilidad
- Protectores auditivos

6.16 HORMIGONERA

6.16.1 RIESGOS

- Golpes y choques.
- Dermatosis por contacto con el hormigón.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Ruido y polvo.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

6.16.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.
- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- La hormigonera estará sometida a zonas húmedas y embarradas, por lo que tendrá un grado de protección IP-55
- La hormigonera se desplazará amarrada de 4 puntos seguros a un gancho indeformable y seguro de la grúa.
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo.
- El uso estará restringido solo a personas autorizadas.
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra asociados a un disyuntor diferencial.
- Se colocará un interruptor diferencial de 30 mA. al principio de la instalación.
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra.
- Cortar el suministro de energía eléctrica para la limpieza diaria de la hormigonera.
- El equipo se pondrá a tierra salvo que sea de doble aislamiento eléctrico.

6.16.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad de polietileno.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Botas de goma o PVC.
- Guantes de goma o PVC.
- Gafas de protección del polvo.
- Mascarilla de filtro mecánico recambiable.
- Tapones.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo ajustada e impermeabilizante.

6.17 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGAS (MANITU, CARRETILLA ELEVADORA).

6.17.1 RIESGOS MÁS FRECUENTES.

- Vuelco de la máquina durante el transporte de material
- Vuelco de la máquina en tránsito.
- Atropello de personas.
- Choque por falta de visibilidad.
- Los derivados de respirar monóxido de carbono (trabajos en locales cerrados o mal ventilados)
- Golpeo de estructuras y medios auxiliares.

6.17.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se prohíben transportar cargas que impidan la visibilidad frontal.
- Se prohíbe el transporte de piezas que sobresalgan lateralmente de la anchura de la máquina.
- Se prohíbe conducir las con la maquinaria de elevación a velocidades superiores a 20km/h.
- Las máquinas de elevación de cargas llevaran en lugar visible un letrero en el que se indique cual es la carga máxima admisible. Nunca se sobrepasará esta carga.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se prohíbe el transporte de personas.
- Estarán dotados de faros de marcha adelante y retroceso.
- Estarán dotados de señal acústica de marcha atrás.

Normas de seguridad para el operador:

- Antes de comenzar a trabajar, cerciórese de que la presión de los neumáticos es la recomendada por el fabricante.
- Previamente a iniciar el trabajo, compruebe el buen estado de los frenos.
- Cuando ponga el motor en marcha, sujete con fuerza la manivela y evite soltarla.
- No ponga el vehículo en marcha, sin antes cerciorarse de que tiene el freno de mano en posición de frenado, evitará accidentes por movimientos incontrolados.
- No transporte personas en la máquina.
- Asegúrese de tener una perfecta visibilidad frontal.
- En maniobras de marcha atrás, asegúrese una perfecta visibilidad o ayúdese de un señalista.
- Si debe remontar pendientes con carga (carretilla), es más seguro hacerlo en marcha hacia atrás de lo contrario, puede volcar.
- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores al 20%.
- Establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.
- En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70cm sobre las partes más salientes de los mismos.
- Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad de la carretilla.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las cargas serán apropiadas al tipo de carretilla disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, conducir las carretillas a velocidades superiores a los 15Km por hora.
- Los conductores de carretilla de esta obra estarán en posesión del carnet de clase B, para poder ser autorizados a su conducción.
- Para evitar el riesgo de atrapamiento del conductor en caso de vuelco, la cabina estará protegida contra los aplastamientos y contra los impactos.
- Para evitar el vuelco de la máquina, el transporte de la carga se realizará con las uñas en la posición más bajas.
- Para evitar el riesgo por desnivel del sistema de elevación, el sistema de protección de elevación será el de cadenas.
- Las máquinas estarán dotadas de la señalización acústica automática para la marcha atrás, faros y retrovisores.
- Se deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra, y en general se atendrá al código de circulación.
- Obligación del uso del cinturón de seguridad.
- Utilización y mantenimiento de la maquinaria según las instrucciones del fabricante.
- No se transportará mayor carga que la indicada por el fabricante en cada modelo.
- No se usará la maquinaria en aquellas zonas que no estén suficientemente ventiladas.
- En caso de cualquier anomalía observada en su manejo se pondrá en conocimiento de su inmediato superior, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para subsanar dicha anomalía.
- El conductor demostrará al encargado de seguridad el conocimiento en el manejo de la misma, siendo necesario la autorización expresa de éste por escrito, para el manejo de la máquina.
- La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante. Es aconsejable la existencia de un manual de mantenimiento

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.

- Para la carga y descarga de materiales en los forjados no se procederá a la maniobra hasta que no se verifique que el trabajador que recibe o suministra la carga dispone de los medios de protección de caída en altura y los utiliza.

Al finalizar el trabajo se tomarán las siguientes precauciones:

- Aparcar la máquina convenientemente
- Cerrar todos los contactos y verificar la inmovilización
- Limpiar la plataforma, para evitar tropiezos y resbalones.
- Comprobar la existencia de combustible o recargar las baterías.
- Revisar la maquinaria, con objeto de evitar contratiempos. En este caso avisar siempre al servicio técnico

6.17.3 PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Trajes para tiempo lluvioso.

6.18 MARTILLO NEUMÁTICO.

Un martillo portátil mecánico es una máquina concebida para romper pavimentos, realizar agujeros de grandes dimensiones, picar tierra o demoler construcciones de diversa índole.

Dado que para el uso de esta herramienta de trabajo es necesario un compresor, el trabajador debe consultar también la ITS correspondiente al compresor.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx







6.18.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos sobre el trabajador
- Desplome del terreno
- Proyección de objetos
- Inhalación de polvo
- Golpes por falta de visibilidad
- Incendio y explosión
- Contacto eléctrico directo e indirecto
- Intoxicación por inhalación de gases tóxicos
- Exposición a ruido y vibraciones
- Golpes por movimientos incontrolados de la manguera.
- Quemaduras
- Aplastamientos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.18.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS

Medidas generales maquinaria:

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el equipo de trabajo, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores de la máquina permanecer por delante alrededor de la máquina mientras esté en funcionamiento.
- No abandonar nunca el equipo de trabajo cuando esté en funcionamiento con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente en la furgoneta del equipo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- En el momento de estacionar el furgón en el arcén, hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que, en caso de colisión de un vehículo contra este, el furgón no sea reenviado a la vía.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos. Se deberá proteger el aérea de trabajo del resto de vehículos con conos, en zonas de circulación de vehículos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.

Arranque de la máquina:

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina.

- Antes de comenzar un trabajo observar las indicaciones de seguridad, ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.

- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales…). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.

Consejos de funcionamiento

- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con la máquina si no está acompañado permanentemente de una persona experta.

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.

- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.

- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.

- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.

- Nunca trabajar sobre muros, pilares, paneles de encofrar, salientes, etc.

- Verificar la existencia de protecciones colectivas efectivas (barandillas, redes, etc.) cuando se deban realizar trabajos a más de 2 m de altura o próximos al borde de zanjas, huecos, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Verificar que no pueda existir un riesgo de caída de objetos de altura originados por el trabajo con el propio martillo o por la realización de trabajos en niveles superiores.

- Inspeccionar el terreno para detectar la posibilidad de que se puedan producirse desprendimientos por las vibraciones transmitidas al entorno.

Durante el funcionamiento

- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos. Conocer el tipo y contenido del material sobre el que se vaya a utilizar el martillo. Conocer de forma precisa la situación y profundidad de las conducciones subterráneas (agua, luz, gas, redes de alcantarillado, y cables eléctricos, etc.).

- Informarse de que medidas preventivas se han tomado para evitar el riesgo de contacto con dichas líneas o conducciones.

- Como norma general solo se podrá utilizar el martillo hasta llegar a una distancia de 50 cm de la conducción enterrada

- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección

- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina

- Antes de abrir la válvula de salida de aire del compresor, comprobar que la manguera neumática se encuentra correctamente acoplada al compresor y que la válvula del equipo permanece cerrada.

- Para poner en marcha el equipo, abrir lentamente en primer lugar la válvula de salida de aire del compresor, sujetando al mismo tiempo la manguera neumática.

- A continuación, accionar el martillo apretando la palanca situada en la parte superior.

- No permitir la presencia de otros trabajadores en el radio de acción de la maquina durante su uso.

- Antes de accionar el martillo comprobar que la herramienta está correctamente fijada en la máquina. Verificar que la herramienta amontada sea la adecuada al trabajo a realizar (picador, perforador o demoledor)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cambiar la herramienta con la válvula de la salida del aire del compresor cerrada y sin presión en la manguera, en caso necesario no olvidar retirar la llave de ajuste de la herramienta.
- Manejar la herramienta a la altura de la cintura- pecho agarrando con las dos manos las empuñaduras. Adoptar una postura de equilibrio con ambos pies, manteniéndolos alejados del útil de trabajo.
- No apoyar nunca la herramienta sobre los pies, aunque el martillo no esté funcionando
- Manejar el martillo evitando tensar la manguera o dando tirones bruscos a la misma. Mantener la manguera lo más estirada posible, evitando la formación de curvas pronunciadas.
- No hacer esfuerzo de palanca con el martillo en marcha. Los esfuerzos se deben realizar únicamente en el sentido del eje del martillo.
- No hacer funcionar el martillo en vacío, sin herramienta o con la máquina elevada.
- Evitar usar la máquina de forma continuada por un mismo operador durante largos periodos de tiempo. Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos por la maquinaria.
- Agarrar la empuñadura con la menor fuerza posible, siempre compatible con su uso seguro. No apoyar sobre el martillo otra parte del cuerpo distinta de las manos
- No levantar el martillo del punto de trabajo hasta que se haya detenido completamente.
- Al finalizar el trabajo cerrar primero la válvula de salida de aire del compresor
- No doblar la manguera para cortar el aire.
- No dejar el martillo hincado en el suelo pared o roca.
- No abandonar el martillo en el suelo con la manguera cargada con aire a presión
- Antes de desconectar la manguera del compresor hacer funcionar el equipo unos segundos para descargar la presión en el interior de la manguera.
- No tocar la herramienta durante ni inmediatamente después de haber finalizado el trabajo. Espera un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de tierras, hormigón… adheridos a la máquina.
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el equipo encendido y con mangueras con presión.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la máquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

6.18.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Protección auditiva
- Gafas de seguridad
- Casco
- Guantes

6.19 MINICARGADORA

Las mini cargadoras están diseñadas para su uso en movimientos de tierras, manipulación de materiales, excavación de zanjas, barrido de firmes etc. En función del trabajo a ejecutar se coloca en maquina un implemento u otro: cepillo, horquillas, pala, pico, cazo etc…

El equipo se suele utilizar junto a la fresadora de firmes y previamente a los riegos con emulsiones para realizar la limpieza del pavimento para su posterior aglomerado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Durante la ejecución de dichos trabajos es posible que el maquinista deba desarrollar también por motivos de producción trabajos de peón, por lo que también deberá conocer, puesto que serán también de aplicación, las medidas de Seguridad de peón de obras de pavimentación.



6.19.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Caídas del personal desde la máquina al subir o bajar.
- Proyecciones de partículas.
- Inhalación polvo ambiente.
- Atrapamientos, aplastamientos con partes de la máquina (ej cazo)
- Colisiones con otras máquinas.
- Ruido y vibraciones
- Atropellos
- Golpes y cortes.
- Vuelco
- Quemaduras

6.19.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS:

Medidas generales maquinaria

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que estos estén a una distancia de seguridad.
- No se permite el transporte de personas en la máquina.
- El ascenso y descenso de la máquina se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores de la máquina especialmente cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras la maquina esté en funcionamiento.
- No subir o bajar de la maquina cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Esta totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la cabina de la máquina, bien en la furgoneta del equipo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- En el momento de estacionar el furgón en el arcén, hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que, en caso de colisión de un vehículo contra este, el furgón no sea reenviado a la vía.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

vehículos. Nunca salga con la máquina del corte de carril, ni cruce con el vehículo carriles con circulación sino dispone de señalistas que regulen el tráfico.

- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- No utilizar la pala como andamio o aparato de elevación de personas.

Arranque de la máquina

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, retrovisores etc.)
- Antes de comenzar un tramo de pavimentación observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales, …). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.
- No entrar ni salir nunca de la barredora si el aguilón y el accesorio no están en el suelo o encima del puntal de apoyo de la cargadora. Para mantener el accesorio (cepillo, pala etc) elevado se deberá hacer siempre con dos personas de modo que el puntal de apoyo lo coloque y retire la segunda persona de modo que el maquinista nunca deba salir o entrar bajo el accesorio sin que el puntal de apoyo esté colocado.
- Ajustar, sujetar y bloquear el asiento, y abrocharse el cinturón de seguridad antes de arrancar la máquina.
- Arrancar y manejar la máquina sólo desde el puesto del operador.

Consejos de funcionamiento

- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con la máquina si no está acompañado permanentemente de una persona experta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.

- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.

- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.

- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.

- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.

Durante el funcionamiento

- Esta totalmente prohibido el manejo de la máquina por personal no especializado. Los maquinistas deben obtener autorización expresa de uso de la maquina por parte de la empresa.

- Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina

- No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.

- Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.

- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas. Mínimo 2 metros respecto a la parte trasera de la fresadora.

- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo

- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad si la maquina dispone de él.

- En caso de que la máquina vuelque si dispone de ROPS mantenerse en el puesto de mando y no intentar abandonar el mismo hasta que la maquina pare completamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable de la máquina.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales.
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- En caso de contacto de la maquina con un cable con tensión:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos (si la maquina dispone de ellos) que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina.
- Los operadores sin experiencia deben utilizar siempre la máquina en un espacio abierto ya una velocidad de desplazamiento reducida, hasta que se familiaricen con los controles.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Accionar las palancas de control lenta y suavemente, para que la máquina ano salte. Si la máquina comienza a rebotar, soltar las palancas de control de la dirección y la máquina se parará.

- Cuando se utilice la máquina, mantener siempre todo el cuerpo dentro de la cabina. Antes de dejar el asiento del operador bajar siempre el cucharon (o implemento) al suelo y apagar el motor. El incumplimiento de estas medidas, así como dejar el equipo elevado de la máquina en ausencia del operador, puede ocasionar lesiones o la muerte.

- Cuando se use la máquina mantener el cucharon o implemento tan bajo como sea posible. El equilibrio es mejor en esta posición y permite ver con más claridad. Si se mueve la máquina con el cucharón lleno sobre terrenos accidentados o superficies resbaladizas, hacerlo siempre a baja velocidad. En caso contrario, la máquina se puede descontrolar y volcar.

- Carga y descarga de material:

- Bajar los brazos de elevación hasta los topes, incrementar la velocidad del motor a la aceleración máxima y abordar el montículo de carga a ¼ de la velocidad de transporte.

- Retraer y elevar el cucharón

- Mantener la carga baja al transportarla hacia el área de descarga.

- En el área de descarga realizar todos lo movimiento de elevación descarga del cucharón suavemente.

- Peligro de impactos: el borde o los dientes del cucharón pueden atascarse en una superficie congelada o un objeto enterrado durante la operación de raspado de superficie. Antes del funcionamiento, inspeccionar si hay objetos en el área con los que el cucharón pueda atascarse y señalarlos. Durante el funcionamiento asegurarse de que el fondo del cucharón este nivelado con la superficie que se va a rascar. Trabajar con la máquina evitando los objetos y a baja velocidad. Pueden ocasionarse lesiones al operador y daños a la máquina si no se toman estas precauciones. Mantener trabado el cinturón de seguridad en todo momento.

- Funcionamiento en pendientes o rampas:

    - Cucharon cargado: si el implemento está cargado conducir la máquina cuesta arriba. Usar la marcha atrás para bajar una pendiente con el implemento cargado.

    - Cucharón vacío: si el cucharón está vacío, conducir la máquina cuesta abajo. Usar la marcha atrás para subir una pendiente con el cucharón vacío.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Si la máquina empieza a inclinarse hacia delante, bajar el accesorio cuchara o cepillo, rápidamente para volverla a equilibrar.
- Transite siempre a más de dos metros de bordes de excavación y taludes sin consolidar.

Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a lamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de aglomerado, tierras, hormigón… adheridos a la maquina (orugas, neumáticos, ruedas, rodillos etc).
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

Parada y aparcamiento

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada y como mínimo a dos metros de bordes de coronación de taludes de excavación y zanjas.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.
- Si hay que estacionar temporalmente la maquina en una ladera, orientar su parte delantera hacia la base de la pendiente. Asegurarse de que la máquina quede detrás de un objeto que no pueda moverse.

Transporte de la máquina

- Elevación de la maquina: elevar siempre la máquina siguiendo las instrucciones del manual (puntos de enganche) No desplazarse por debajo de la maquina mientras está elevada, as4egurarse de que los cables o cadenas alizar para la elevación de la maquina estén en buen estado y sean los adecuados para sostener el peso a elevar. Asegurar la maquina con calzos y cables antes de desplazar el vehículo de transporte para prevenir deslizamientos o vuelcos de la maquinaria.

Movimientos de tierras

- La tierra extraída de las excavaciones se ha de acopiar como mínimo a dos metros de la coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.
- Al ejecutar zanjas se sanearán la coronación de los taludes, dándole cierto Angulo para evitar el desprendimiento de tierras hacia la zanja.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Como norma general en los trabajos de excavación en presencia de conducciones enterradas solo se podrá emplear la minicargadora hasta llegar a una distancia de 1 m de la conducción. Entre 1 m y 50 cm se podrán usar herramientas mecánicas. Por debajo de 50 cm los trabajos de aproximación se realizarán de forma manual

6.19.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad.
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes (mantenimiento, quemaduras).
- Mascarilla antipolvo (si no se dispone de cabina cerrada).
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvo (si no se dispone de cabina cerrada).

6.20 PALA CARGADORA, RETROEXCAVADORA O MIXTA

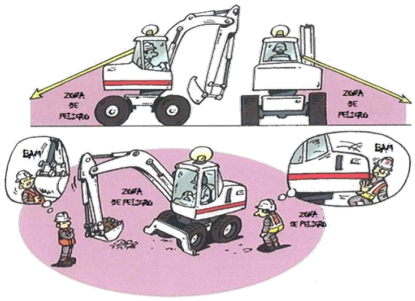





Esta maquinaria se emplea para el movimiento de tierras, excavación y rellenos. Para ello la máquina dispone de un cazo con el cual carga material suelto y lo descarga donde sea necesario, en el caso de la retroexcavadora lleva un brazo articulado habilitado para la excavación de material, en el caso de la pala mixta lleva ambos brazos, aunque son de menor capacidad. Este tipo de maquinaria dispone de varios tipos de implementos que pueden acoplarse para realizar otras funciones como picado, barrido, perforación, elevación de cargas como una manitu, etc. La maquinaria pude desplazarse sobre neumáticos o sobre cadenas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.20.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS



- Proyecciones de objetos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Interferencias con conducciones subterráneas
- Interferencias con conducciones aéreas

6.20.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Medidas generales maquinaria

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización del centro de trabajo (y en carreteras según reglamentación sobre señalización 8.3. IC). Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No se permite el transporte de personas en la máquina.
- El ascenso y descenso de la máquina se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos y con 3 puntos de apoyo.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes. Comprobar que el puesto de mando, las escaleras y las barandillas estén limpios El aceite, la grasa, la nieve, el hielo o el barro en dichas áreas podrían provocar resbalones o caídas
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido al personal se encuentre en los alrededores de la máquina, cruzarse o permanecer por delante o por detrás de la maquina mientras la ésta está en funcionamiento. Lugares de peligro son, por ejemplo, todas las áreas delante, detrás y debajo de la máquina, el área de alimentación de las cintas transportadoras, los rodillos fresadores y otros componentes o las áreas inmediatamente delante o detrás de ruedas y mecanismos de traslación.
- No subir o bajar de la maquina cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas así como de cualquier otro tipo de estupefaciente durante la jornada de trabajo.
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la cabina de la máquina, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- Si los trabajos los realiza en carreteras, en el momento de estacionar el vehículo con el que accede obra en el arcén, hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

la calzada para que en caso de colisión de un vehículo contra este, el vehículo no sea reenviado a la vía.

- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal del centro de trabajo antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Emplear la máquina sólo para los fines previstos conforme a las normas descritas en su manual.

Antes del inicio de los trabajos

- Familiarizarse con los dispositivos de seguridad instalados en la máquina y asegurarse de que estén todos disponibles y funcionen correctamente.
- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, retrovisores etc.) Estos dispositivos deben estar correctamente fijados, completos y en el lugar prescrito.
- Sustituir las señales de advertencia que falten o estén dañadas.
- En su función de operario de la máquina, también es responsable de los trabajos relacionados con la máquina como conductor en circulación viaria
- Antes de empezar cualquier trabajo y/o de poner en marcha la máquina, comprobar que puede funcionar con seguridad (seguridad vial).
- Asegurarse de que la máquina sólo funcione si está en perfecto estado técnico.
- Como operario de la máquina, está autorizado a rechazar encargos que no cumplan las normas.
- Si recibiera instrucciones de sus superiores, empleados del fabricante u otras personas con autoridad que contradigan el manual de instrucciones, el manual de seguridad, u otros documentos publicados por el fabricante o las disposiciones legales, siempre

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

deberán solicitarse dichas instrucciones impresas y realizarse únicamente si existen garantías de seguridad.

- Asegurarse de que se cumplan los plazos para las comprobaciones de seguridad periódicas prescritas.
- La zona de trabajo de la máquina debe estar limitada para evitar el acceso desde las zonas públicas
- Eliminar los obstáculos de la calzada y de la zona de trabajo, conocer bien el plan de circulación de la obra e informarse cada día de los trabajos realizados que puedan constituir un riesgo: zanjas abiertas, tendidos de cables etc.
- Los conductos de combustible y aceite sueltos o dañados, los tubos o mangueras no estancos pueden causar incendios u otros peligros, por lo que deben repararse o cambiarse de forma inmediata.
- Comprobar que ni los cables eléctricos ni las conexiones presenten desgaste o daños. Subsanar de forma inmediata los fallos detectados.
- No llevar en la máquina líquidos inflamables en recipientes sueltos, como por ejemplo sustancias auxiliares de arranque, éter o combustible
- Comprobar el estado de los neumáticos, verificar que no tienen fisuras y que la presión es la adecuada a la carga y lugar de trabajo.
- Las pendientes y las crestas de los taludes deben estar limpias antes de empezar el trabajo

Arranque de la máquina

- Antes de la puesta en marcha y durante el servicio, asegurarse de que no exista ninguna persona en la zona de peligro de la máquina.
- Mantener alejadas de la máquina a personas no autorizadas
- Antes de comenzar el trabajo observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales, etc.). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.

- Manejar la máquina solo si están a la vista todas las personas en el área de la máquina y se le ha indicado que la zona de peligro está libre.
- Limpiar las ruedas o chasis de cadenas antes de cualquier desplazamiento por carretera para evitar proyecciones de partículas a los vehículos que circulan.
- Mantener alejadas de la máquina a personas no autorizadas
- Verifica el estado correcto y la regulación del asiento, esto hará más cómodo la conducción y limitará las vibraciones recibidas por el cuerpo.

Consejos de funcionamiento

- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con la máquina si no está acompañado permanentemente de una persona experta.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.
- No utilizar nunca la pala o implementos de las máquinas como andamios para subir personas
- Durante la carga de camiones nunca pasar la pala por encima de la cabina del camión
- Antes de desplazarse por carretera con la retroexcavadora se deberán bloquear los estabilizadores, la pluma, y la zona que gira con los mecanismos previstos al efecto.
- Para cargar el camión con material coloca la giratoria paralelamente al camión

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Revisa los frentes antes de empezar a trabajar para localizar las zonas inestables de los mismos.
- Comprueba que las características del cucharón son las indicadas para el tipo de roca y para la operación. En materiales duros utiliza dientes o cuchillas intercambiables
- No sitúes el equipo sobre terreno que pueda ceder por su peso. Nunca excaves bajo el propio equipo, Si la excavadora es de ruedas, utiliza los estabilizadores siempre que sea preciso.
- Si existe riesgo de desprendimiento emplea el equipo para sanear el frente siguiendo siempre las instrucciones recibidas por el encargado:
    - Aproxima con precaución el equipo al frente
    - No formes al excavar taludes invertidos. La explotación por desplome es extremadamente peligrosa
    - No comiences el saneo mientras todavía haya personal o equipos en la zona de riesgo
    - Procede al desprendimiento de las rocas inestables y retira el material.
- Usa el martillo hidráulico solo para romper la roca, hormigón u otros materiales duros:
    - Emplea martillos adecuados para ese tipo de excavadora.
    - Sitúa la máquina en zona estable y lo más horizontal posible
    - Cierra las ventanas de la cabina. Es una operación muy ruidosa. Usa protectores auditivos si es preciso
    - No trabajes con el brazo perpendicular al suelo ni con lo cilindros totalmente extendidos o retraídos
    - Opera el martillo con la pluma situada entre las dos orugas por delante o bien por detrás. No lo hagas nunca lateralmente ya que puede desestabilizarse
    - Acciónalos por periodos cortos (+/- 15 segundos) para evitar sobrecalentamientos.
- Arranque de materiales con retroexcavadora:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Coloca el equipo, incluido el tren de rodaje en perpendicular al frene, en la zona sin riesgo de desprendimiento y sobre terreno resistente.
- Sitúa el brazo formando un ángulo de unos 70º con el terreno y la cuchilla de la cuchara formado un ángulo de 120º con el suelo.
- Ejerce la máxima presión sobre el terreno con la cuchara y, manteniéndola paralela al suelo, mueve el brazo hacia el equipo disminuyendo la presión hacia abajo
- Ajusta la profundidad del corte subiendo la pluma y plegando el cazo si el brazo se para debido a la carga.
- Mantén el movimiento hacia atrás mientras se llena el cazo. Cuando esté lleno, cierra el cucharón y sube la pluma.
- Una vez que el cazo está por encima de la zona excavada, y a una altura suficiente para salvar la caja del camión o del dumper acciona el control de giro

▪ Arranque de materiales con Pala cargadora:

- Sitúa el cazo sobre el terreno con un ligero ángulo de excavación
- Ejerce presión hacia abajo, pero no excesivamente para perder la tracción mientras la pala se desplaza hacia adelante.
- Coloca la palanca de levantamiento en posición fija cuando obtengas una penetración suficiente.
- Sube o baja el cazo para realizar cortes horizontales mientras te desplazas hacia delante
- Inclina el cazo hacia tras cuando esté cargado y súbelo a unos 40-50 cm mientras te desplazas.

▪ Carga de materiales:

- Antes de la carga comprueba que ninguna persona se encuentra en la zona de movimiento del equipo ni ha accedido a la caja del volquete o dumper
- Empieza cargando por el centro. Si la caja es muy larga comienza por delante
- Al descargar el cazo, procura no girarlo hasta los topes de los cilindros para evitar un desgaste más rápido

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Evita derramar material ni sobrecargar el volquete. No sueltes el material desde gran altura.
- Sí estas utilizando un cazo de usos múltiples ábrelo cuando lo tengas situado sobre la caja. Al terminar inclínalo hacia atrás.
- Cuando se cargue escollera, asegura te de que los bloques están bien distribuidos y de forma estable.

- Excavación de zanjas
  - Asegúrate antes de iniciar los trabajos que no hay nadie en el radio de acción de la maquinaria, incluido el operador de a pie que mide la profundidad de excavación.
  - Acopia los materiales siempre a un lado de la zanja y a una distancia del borde del talud como mínimo de la mitad de la profundidad de la excavación para no sobrecargar los frentes. Mantén los bordes de la zanja libres de materiales.

Durante el funcionamiento:

- Está totalmente prohibido el manejo de la máquina por personal no especializado. Los maquinistas deben obtener autorización expresa de uso de la maquina por parte de la empresa.
- Queda prohibido el transportar personas en estas máquinas.
- Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas.
- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad si la maquina dispone de él.
- En caso de que la máquina vuelque mantenerse en el puesto de mando y no intentar abandonar el mismo hasta que la maquina pare completamente.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Para trabajar en pendientes:
    - Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina
    - No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
    - No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable de la máquina.
    - Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
    - Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente. No desplazarse o trabajar en pendientes en sentido transversal.
    - Cuando el suelo está en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado en la pendiente
    - Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
    - La máquina debe tener dispositivo ROPS
- Para trabajos de demolición:
    - No derribar con la cuchara elementos de construcción en los que la altura por encima del suelo es superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.
    - Tapar los huecos del suelo antes de circular, si esto no es posible balizar la zona.
    - Cuando se realicen rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades
    - La máquina debe tener dispositivo FOPS.
- No trabajar en las proximidades de una línea eléctrica aérea con tensión, asegurarse de que se han tomado las distancias mínimas de seguridad. Cuando se circula por un camino junto a una línea eléctrica hay que tener en cuenta las sinuosidades, baches y demás irregularidades de este a la hora de calcular las distancias mínimas
- Si existen líneas eléctricas subterráneas no se excavará con medios mecánicos a una distancia menor a un metro de la línea.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En caso de contacto de la maquina con un cable con tensión:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- Tener en cuenta el recorrido de frenado de la máquina y elegir siempre la velocidad de desplazamiento adecuada.
- Colocar el implemento (cuchara, pico, etc) apoyado sobre el suelo, aunque sean paradas de corta duración

Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a lamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

Mantenimiento

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de materiales adheridos a la máquina.
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas.
- Realizar los trabajos de puesta a punto en sistemas de presión sólo cuando no estén bajo presión. El aceite hidráulico bajo presión puede penetrar en la piel y causar quemaduras graves.
- En caso de trabajos de montaje por encima de la cabeza, deben emplearse sistemas de acceso y plataformas de trabajo, seguros y adecuados para cada caso. No utilizar componentes de la máquina para subir en ella. En caso de trabajos de mantenimiento en altura llevar dispositivos de seguridad anticaída.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Parada y aparcamiento

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada y con los implementos apoyados sobre el suelo.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.

Transporte de la máquina

- Elevación de la maquina: elevar siempre la máquina siguiendo las instrucciones del manual (puntos de enganche) No desplazarse por debajo de la maquina mientras está elevada, asegurarse de que los cables o cadenas a utilizar para la elevación de la maquina estén en buen estado y sean los adecuados para sostener el peso a elevar. Asegurar la maquina con calzos y cables antes de desplazar el vehículo de transporte para prevenir deslizamientos o vuelcos de la maquinaria.
- Para cargar la máquina en góndolas, emplear rampas de ancho suficiente, con capacidad de carga adecuada y provistas de sistemas que aseguren su posición.
- Debe haber un guía en el campo visual del conductor y fuera de la zona de peligro.
- Asegurarse de que las rampas de carga no estén sucias (p. ej. Nieve, hielo, aceites, etc.), las rampas deben estar equipadas con un revestimiento anti-resbalamiento.
- No desplazar nunca metal sobre metal.
- La inclinación de la rampa no debe superar los 12º.
- Bajar las piezas del equipamiento regulables en altura y en caso necesario asegurar su posición.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Operario desde tierra

- El operario desde tierra asiste al operario de la máquina. Su tarea consiste en indicar la cota de excavación. Es responsable de su propia seguridad y de la seguridad alrededor de la máquina.
- Mantenerse alejado, de mecanismos de traslación
- Cuando se acerque a la máquina, asegurarse siempre de que ha sido visto por el operario de la misma
- Guardar una distancia prudente (mayor al radio de actuación de la maquina) alrededor de la máquina.
- Al controlar la profundidad de excavación, asegurarse de guardar la distancia suficiente con respecto a la máquina
- Existen áreas alrededor de la máquina que no se pueden ver o presentan mala visibilidad. Recurrir a guardas de seguridad para controlar estas áreas.
- Familiarizarse con las señales o movimientos con la mano hechos por los guardas de seguridad.

6.20.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Casco
- Protección auditiva
- Mascarilla
- Gafas de seguridad
- Guantes.

6.21 PISÓN.

Equipo de trabajo que se utiliza para la compactación de terrenos, a través de la energía suministrada por una carga explosiva o por aire comprimido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.21.1 RIESGOS

- Caída de objetos por manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: gas.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

6.21.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Utilizar pisones con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Antes del inicio del trabajo se ha de inspeccionar el terreno (o elementos estructurales) para detectar la posibilidad de desprendimientos por la vibración transmitida.
- Evitar desplazamientos laterales mientras se avanza frontalmente.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Tienen que ser reparados por personal autorizado.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar con el equipo apagado.
- No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.
- Siempre que sea posible, realizar estas actividades en horario que provoque las menores molestias a los vecinos.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.
- En la vía pública, esta actividad se aislará debidamente de las personas o vehículos.
- Antes de ponerlo en funcionamiento, asegurarse de que estén montadas todas las tapas y armazones protectores.
- Hay que almacenar estos equipos en lugares cubiertos y fuera de las zonas de paso.

6.21.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares.
- Gafas.
- Guantes contra agresiones mecánicas y vibraciones.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Faja antivibración.
- Ropa de trabajo.

6.22 PORTACONTENEDORES

6.22.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Atrapamientos por o entre objetos
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/cortes por objetos o herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Atropellos o golpes con vehículos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Ruido y polvo

6.22.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes de realizar cualquier operación garantizar la total detención del vehículo, el freno de mano y la extensión de los gatos.
- Asegura la estabilidad del camión situando los gatos en terrenos uniformes, procurando que el camión esté nivelado y orientando para que los esfuerzos sean perpendiculares a los ejes del camión.
- Evitar esfuerzos desequilibrados que generen torsiones.
- Si el terreno tiene fuerte pendiente orientar al vehículo a favor de la pendiente, situando la cabina en parte baja.
- La carga y descarga de los contenedores genera un gran esfuerzo transversal a los ejes del camión desde la parte posterior (zona de carga). Los fabricantes de carrocerías han previsto gatos en la trasera para evitar sobrecargas de la amortiguación de los camiones
- Elegir elementos auxiliares (ganchos, grilletes, etc.) adecuados al tipo de trabajo. Si los elementos de izado presentan indicios de deformación suspender inmediatamente los trabajos.
- En el caso la elevación por cadenas, las argollas están diseñadas para ajustarse a los salientes mientras están en tensión. En la elevación por un único brazo, el gancho dispone de un dispositivo de retención para evitar desenganches accidentales.
- Está totalmente prohibido el transporte o elevación de personas en los contenedores o los elementos de izado.
- Disponer en los camiones de extintores contra incendios adecuados a las características del vehículo y a la normativa de aplicación.
- Utilizar como mínimo guantes y calzado de seguridad durante las operaciones de elevación y descarga de los contenedores.
- El operador se situará en el puesto de mando, vigilando la posible presencia de personas en la zona de operación de carga o descarga.
- Cuando los residuos puedan caer del contenedor o cuando el lugar de retirada tenga actividades con riesgo de caída de objetos es obligatorio el uso del casco de seguridad para el operador y las personas que le auxilien en la tarea.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Dentro de las obras o centros de trabajo los contenedores deben situarse en lugares habilitados para ellos donde las operaciones de carga y descarga no interfieran con otras actividades.

- Delimitar y señalizar el entorno de trabajo para evitar interferencias con otros trabajadores o terceros.

- En el caso de estar en la vía pública, deben disponerse de forma que no alteren el tránsito de otros usurarios de la vía, disponiendo además de señalización de posición auto reflectante (caza faros).

- Ejecutar las maniobras con suavidad, en el caso de producirse una situación anómala o de emergencia detener los trabajos y reanudarlos sólo cuando se haya adoptado medidas que permitan continuarlos en condiciones de seguridad.

- La operación de vaciado se realiza en las playas de descarga, diseñadas para enganchar en la base del contenedor, permitiendo realizar un vaciado seguro por vuelco. Parte de las operaciones pueden realizarse desde los mandos del interior de la cabina.

- El operador debe tener un perfecto control del recorrido del contenedor. Cuando el operador no tenga una completa visibilidad del recorrido, la operación será coordinada por personal auxiliar.

- Antes de iniciar la marcha comprobar que el contenedor se encuentra dentro de los límites de la plataforma y que apoya totalmente. Por último, fijar del contenedor con los pestillos de seguridad previstos.

- Al transportar materiales que produzcan polvo, estén sueltos o sean susceptibles de caerse, usar lonas u otros métodos que cubran eficazmente el contenido del contenedor.

- Se recomienda vigilar el llenado de los contenedores. Si se trata de materiales sueltos no superar el 5% de pendiente en el colmo.

6.22.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad,

- Casco,

- Gafas anti-proyección,

- Chaleco alta visibilidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.23 RODILLO VIBRANTE:

Esta máquina está destinada al uso convencional de compactación de terrenos sueltos, firmes de carretera, revestimientos de carretera y suelos compactables similares. La máquina sólo se debe utilizar sobre suelos con suficiente capacidad de carga.



6.23.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS:

- Caídas del personal desde la máquina al subir o bajar.
- Caída de objetos desprendidos, por manipulación y desplome
- Estrés térmico.
- Inhalación vapores betún asfáltico.
- Colisiones/Vuelcos de máquinas.
- Atropellos.
- Atrapamientos por y entre objetos.
- Quemaduras por contacto térmico.
- Lesiones musculares por sobresfuerzos y movimientos repetitivos (giro de cabeza y tronco)
- Ruido
- Vibraciones
- Proyecciones de partículas
- Contactos eléctricos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Ambientes pulvígenos.

6.23.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS:

Medidas generales maquinaria

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- No se permite el transporte de personas en la máquina.
- El ascenso y descenso de la máquina se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores de la máquina especialmente cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras la máquina esté en funcionamiento.
- No subir o bajar de la máquina cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la cabina de la máquina, bien en la furgoneta del equipo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.

- En el momento de estacionarse en el arcén hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que en caso de colisión el vehículo no sea reenviado a la vía.

- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos.

- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.

- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.

- Al manipular productos asfalticos evite su contacto ya que pueden producir graves quemaduras.

Arranque de la máquina

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, cinturones de seguridad, retrovisores, etc.)

- Antes de comenzar un tramo de pavimentación observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.

- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales…). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.

- Encienda la maquina únicamente desde el asiento del conductor.

Consejos de funcionamiento

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.

- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.

- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.

- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.

- Cerca de pozo a y bordes, asegúrese que al menos 2/3 del rodillo están sobre material ya compactado.

Durante el funcionamiento

- Está totalmente prohibido el manejo de la máquina por personal no especializado. Los maquinistas deben obtener autorización expresa de uso de la máquina por parte de la empresa.

- Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina

- No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.

- Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.

- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas.

- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo

- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad si la maquina dispone de él.

- En caso de que la máquina vuelque si dispone de ROPS mantenerse en el puesto de mando y no intentar abandonar el mismo hasta que la maquina pare completamente.

- No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable de la máquina.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales.
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- En caso de contacto de la maquina con un cable con tensión:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos (si la maquina dispone de ellos) que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección.
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- Cuando se esté manejando la maquina no debe haber nadie delante o detrás del rodillo, la distancia de seguridad a otras máquinas o trabajadores debe ser igual o mayor a 5 m en la dirección y sentido de la marcha.
- Cualquiera que se encuentre cerca de la máquina mientras está en funcionamiento debe permanecer a una distancia lateral mínima de un metro.
- Sea consciente de los siguientes peligros:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las superficies planas pueden no tener una densidad de suelo suficiente
- Puede haber huecos o rocas bajo la superficie.
- El suelo arcilloso húmedo puede resbalar
- Con la vibración hay más peligro de desplazamiento lateral
- Los cambios bruscos de dirección (giros) cerca de terraplenes aumentan el riesgo de vuelco.
- Las máquinas con articulación central son más peligrosas cerca de terraplenes en los cambios bruscos de dirección

- No deben hacerse modificaciones en la estructura de protección contra vuelco (ROPS) sin la autorización del fabricante.
- Nunca maneje la máquina con las estructuras antivuelco (ROPS) inclinada
- El uso de protección auditiva es obligatorio en todos los rodillos sin cabina o en los que teniendo cabina se trabaje con ella abierta.
- Nunca deje que la máquina funcione en una habitación cerrada, los gases del tubo de escape pueden asfixiarle.

Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a lamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de aglomerado, tierras, hormigón… adheridos a la maquina (orugas, neumáticos, ruedas, rodillos etc).
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas.
- Si trabaja en una máquina elevada o levantada, asegúrese que está emplazada en una superficie dura y nivelada. Nunca trabaje bajo una máquina que esté sujeta solo mediante un gato o una grúa asegúrese que siempre está sostenida mediante una estructura estable y segura.
- Los gases de la batería son explosivos mantenga la batería fuera de llamas o chispas

Parada y aparcamiento

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.

Transporte de la máquina

- Elevación de la maquina: elevar siempre la máquina siguiendo las instrucciones del manual (puntos de enganche) No desplazarse por debajo de la maquina mientras está elevada, as4egurarse de que los cables o cadenas a utilizar para la elevación de la maquina estén en buen estado y sean los adecuados para sostener el peso a elevar. Asegurar la maquina con calzos y cables antes de desplazar el vehículo de transporte para prevenir deslizamientos o vuelcos de la maquinaria.
- Nunca permanezca sobre máquinas elevadas mientras estén siendo cargadas o descargadas con una grúa. Si se transporta una máquina en un vehículo, deben usarse solo rampas de seguridad para cargarla y descargarla.
- Cuando se transporte la máquina debe evitarse que se desplace, resbale o vuelque.

6.23.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Protección auditiva
- Mascarilla protección respiratoria en ambiente pulverulento
- Guantes serraje.

6.24 MOTONIVELADORA

Equipo de trabajo utilizado para mover tierra u otros materiales sueltos. Su función principal es nivelar, moldear o dar pendiente a estos materiales.

6.24.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Atropello.
- Deslizamiento.
- Vuelco.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Colisión contra otros vehículos.

- Contacto con líneas eléctricas.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes:
- Proyección de objetos.
- Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
- Vibraciones.

6.24.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS:

- Para subir o bajar de la motoniveladora se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal menester, con el fin de evitar lesiones por caídas.
- No saltar nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para la persona.
- No realizar “ajustes”, con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, para evitar lesiones.
- Para evitar lesiones durante las operaciones, de mantenimiento, se debe apoyar primero la cuchilla en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina; a continuación, se realizarán las operaciones de servicio que necesite
- No se debe permitir el acceso a la motoniveladora de personas no autorizadas, ya que pueden provocar accidentes.
- No trabajar con la motoniveladora en situación de semiavería (con fallos esporádicos).
- No levantar en caliente la tapa del radiador. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si hay que manipularlos, no se debe fumar ni acercar fuego.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No se debe liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Hay que vigilar la presión de los neumáticos, y trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la motoniveladora.
- Antes de iniciar el asiento hay que asegurarse de que se pueden alcanzar los controles sin dificultad, para evitar fatigarse.
- Para evitar accidentes, las operaciones de control del funcionamiento de los mandos se deben hacer con marcas sumamente lentas.
- Si se topara con cables eléctricos no se debe salir de la máquina, hasta haber interrumpido el contacto y alejado la motoniveladora del lugar. Bajar sin tocar a un tiempo el terreno y la máquina.
- No improvisar los caminos de circulación interna.
- Se ajustarán los espejos retrovisores para la circulación marcha atrás para cada maquinista, teniendo especial cuidado en tener activada las bocinas de marcha atrás.
- Los caminos de circulación interna se cuidaran para evitar blandones y barrizales que puedan provocar accidentes.
- No se admitirán motoniveladoras desprovistas de cabinas antivuelcos (o pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos) adecuadas.
- Se prohíbe que los conductores abandonen las motoniveladoras con el motor en marcha.
- Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la hoja.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre la motoniveladora, para evitar el riesgo de caídas o de atropellos.
- Estarán dotados de un extintor, timbrado y con las revisiones al día. Dispondrá de rotativo luminoso.
- Se prohíbe el acceso a la cabina de mando utilizando vestimentas sin ceñir y cadenas, relojes o anillos, que puedan engancharse en los salientes y en los controles.
- Se prohíbe encaramarse sobre la máquina durante la realización de cualquier movimiento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Estarán dotadas de luces y bocinas de retroceso.
- Se prohíbe estacionar las motoniveladoras a menos, de tres metros (como norma general), del borde de (barrancos, pozos, trincheras, zanjas, etc.) para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos en proximidad de las motoniveladoras en funcionamiento.

6.24.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad homologado
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección

6.25 SOLDADURA ELÉCTRICA

6.25.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Contacto eléctrico directo (soldadura por arco eléctrico)
- Contacto eléctrico indirecto (soldadura por arco eléctrico)
- Proyecciones en los ojos
- Quemaduras (oculares y en la piel)
- Riesgo de explosión e incendio
- Inhalación de humos
- Exposición a humos y gases de soldadura
- Intoxicación por fosgeno
- Exposición a radiaciones ultravioletas y luminosas.
- Atrapamientos diversos en manipulación piezas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.25.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Medidas generales

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de accionar el equipo, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la zona de trabajo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

señalizar con las palabras: PELIGRO ZONA DE SOLDADURA, para advertir al resto de los trabajadores

- Se deben emplear mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otros operarios. El soldador debe utilizar pantalla de protección. El filtro de cristal inactínico debe ser protegido mediante la colocación en su parte anterior de un cristal blanco.

- Se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración que capta los vapores y gases en su origen con dos precauciones: en primer lugar, instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura; en segundo, evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.

- No se deben realizar operaciones de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas para evitar la intoxicación por fosfeno

- Puesta a tierra: La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante. Es preciso asegurarse de que el chasis del puesto de trabajo está puesto a tierra controlando en especial las tomas de tierra y no utilizar para las tomas de la puesta a tierra conductos de gas, líquidos inflamables o eléctricos. La toma de corriente y el casquillo que sirve para unir el puesto de soldadura a la fuente de alimentación deben estar limpios y exentos de humedad. Antes de conectar la toma al casquillo se debe cortar la corriente. Una vez conectada se debe permanecer alejado de la misma. Cuando no se trabaje se deben cubrir con capuchones la toma y el casquillo.

- Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.

- El soldador debe utilizar una pantalla facial con certificación de calidad para este tipo de soldadura, utilizando el visor de cristal inactínico cuyas características varían en función de la intensidad de corriente empleada. Para cada caso se utilizará un tipo de pantalla, filtros y placas filtrantes que deben reunir una serie de características función de la intensidad de soldeo.

- Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La escoria depositada en las piezas soldadas debe picarse con un martillo especial de forma que los trozos salgan en dirección contraria al cuerpo. Previamente se deben eliminar de las escorias las posibles materias combustibles que podrían inflamarse al ser picadas.

- Situarse de forma que los gases de soldadura no lleguen directamente a la pantalla facial protectora y proteger a los otros trabajadores del arco eléctrico mediante pantallas o mamparas opacas; llevar ropa, gafas y calzado de protección.

Equipos eléctricos de soldar

- Están formadas por el circuito de alimentación y el equipo propiamente dicho. Sirven para reducir la tensión de red (220 o 380 V) a la tensión de cebado (entre 40 y 100 V) y de soldeo (< 35 V) permitiendo regular la intensidad de la corriente de soldadura, asegurando el paso de la tensión de cebado a la de soldeo de forma rápida y automática. El circuito de alimentación está compuesto por un cable y clavija de conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

- Equipo de soldadura: En función del tipo de corriente del circuito de soldeo el equipo consta de partes diferentes. En equipos de corriente alterna, transformador y convertidor de frecuencia; en equipos de corriente continua, rectificador (de lámparas o seco) y convertidor (conmutatrices o grupos eléctricos). Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el porta-electrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo.

- Elementos auxiliares: Los principales son:

    - Los electrodos. El electrodo es una varilla con un alma de carbón, hierro o metal de base para soldeo y de un revestimiento que lo rodea. Forma uno de los polos del arco que engendra el calor de fusión y que en el caso de ser metálico suministra asimismo el material de aporte. Existen diversos tipos, pero los más utilizados son los electrodos de revestimiento grueso o recubierto en los que la relación entre el diámetro exterior del revestimiento y el del alma es superior a 1:3. El revestimiento está compuesto por diversos productos como pueden ser: óxidos de hierro o manganeso, ferromanganeso, rutilo, etc.; como aglutinantes se suelen utilizar silicatos alcalinos solubles.

    - La pinza porta-electrodos. Sirve para fijar el electrodo al cable de conducción de la corriente de soldeo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La pinza de masa, que se utiliza para sujetar el cable de masa a la pieza a soldar facilitando un buen contacto entre ambos.

- Entre los útiles, además de los martillos, tenazas, escoplos, etc. el soldador utiliza cepillos de alambre de acero para limpieza de superficies y martillos de punta para romper la cubierta de las escorias o residuos.

Medidas preventivas específicas

Contactos eléctricos:

- El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).

- El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

- La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando está en vacío y otro electrónico que se basa en limitar la tensión de vacío del secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una tensión de vacío del grupo de 24 V, considerada tensión de seguridad.

- Pinza porta-electrodos: La pinza debe ser la adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado, debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo, el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.

- Circuito de acometida: Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000 V.

- Los bornes de conexión de la máquina y la clavija de enchufe deben estar aislados.

- Circuito de soldadura: Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Carcasa: La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

Preparación de la zona de trabajo:

- Conexiones y cables: Se debe instalar el interruptor principal cerca del puesto de soldadura para en caso necesario poder cortar la corriente. Instalar los principales cables de alimentación en alto y conectarlos posteriormente. Desenrollar el cable del electrodo antes de utilizarlo, verificando los cables de soldadura para comprobar que su aislamiento no ha sido dañado y los cables conductores para descubrir algún hilo desnudo. Verificar asimismo los cables de soldadura en toda su longitud para comprobar su aislamiento, comprobando que el diámetro del cable de soldadura es suficiente para soportar la corriente necesaria. Hay que tener en cuenta que a medida que la longitud total del cable aumenta, disminuye su capacidad de transporte de corriente. Por tanto, para según qué casos se deberá aumentar el grosor del cable. Se debe reemplazar cualquier cable de soldadura que presente algún tipo de ligadura a menos de 3 m del porta-electrodos. No utilizar tornillos para fijar conductores trenzados pues acaban por desapretarse.

- Se deben alejar los hilos de soldadura de los cables eléctricos principales para prevenir el contacto accidental con el de alta tensión, así como cubrir los bornes para evitar un posible cortocircuito causado por un objeto metálico y situar el material de forma que no sea accesible a personas no autorizadas.

- Las tomas de corriente deben situarse en lugares que permitan su desconexión rápida en caso de emergencia y comprobar que el puesto de trabajo está puesto a tierra.

- El puesto de soldadura debe protegerse de la exposición a gases corrosivos, partículas incandescentes provocadas por la soldadura o del exceso de polvo; el área de trabajo debe estar libre de materias combustibles. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo. Debe disponerse de un extintor apropiado en las proximidades de la zona de trabajo.

- No se deben bloquear los pasillos. Los conductores deben estar situados en alto o recubiertos para no tropezar con ellos. Los cables y conductores no deben obstruir los pasillos, escaleras u otras zonas de paso. El puesto de soldadura no debe situarse cerca de puentes-grúa o sobre los pasillos.

- La toma de tierra no debe unirse a cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco se debe unir a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se debe evitar que el puesto de soldadura esté sobre zonas húmedas y en cualquier caso se debe secar adecuadamente antes de iniciar los trabajos. Las conducciones de agua de refrigeración deben instalarse de forma que formen un bucle que permita gotear el agua de condensación o en caso de fuga.

- No se deben efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, pues pueden formarse gases peligrosos.

- Tampoco se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor. Es conveniente también prever una toma de tierra local en la zona de trabajo.

Recomendaciones durante los trabajos:

- Los cables no deben someterse a corrientes por encima de su capacidad nominal ni enrollarse alrededor del cuerpo.

- La base de soldar debe ser sólida y estar apoyada sobre objetos estables. El cable de soldar debe mantenerse con una mano y la soldadura se debe ejecutar con la otra.

- Cuando los trabajos de soldadura se deban interrumpir durante un cierto periodo se deben sacar todos los electrodos de los porta-electrodos, desconectando el puesto de soldar de la fuente de alimentación.

- No utilizar electrodos a los que les quede entre 38 y 50 mm; en caso contrario se pueden dañar los aislantes de los porta-electrodos pudiendo provocar un cortocircuito accidental.

- Los electrodos y sus porta-electrodos se deben guardar bien secos. Si antes de ser utilizados están mojados o húmedos por cualquier razón, deben secarse totalmente antes de ser reutilizados.

- No sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra; tampoco se deben enfriar los porta-electrodos sumergiéndolos en agua.

- No accionar el conmutador de polaridad mientras el puesto de soldadura esté trabajando; se debe cortar la corriente previamente antes de cambiar la polaridad.

- El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente; asimismo la ropa húmeda o sudorada se hace conductora por lo que debe también ser cambiada ya que en esas condiciones puede ser peligroso tocarla con la pinza de soldar. Por añadidura no deben realizarse

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

trabajos de soldadura lloviendo, o en lugares conductores, sin la protección eléctrica adecuada.

- En trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.

- En trabajos en altura con riesgo de caída, se utilizará un cinturón de seguridad protegido para evitar que las chispas lo quemen. El cristal protector debe cambiarse cuando tenga algún defecto (por ej. rayado) y ser sustituido por otro adecuado al tipo de soldadura a realizar. En general todo equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente y sustituido cuando presente cualquier defecto.

Mantenimiento:

- Se debe inspeccionar semanalmente todo el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación del equipo dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, mordazas del porta-electrodos o bridas de tierra sucias o defectuosas, etc.

- En cuanto a los equipos de soldar de tipo rotativo es necesario revisar las escobillas sustituyéndolas o aproximándolas en caso necesario. En ambientes pulvígenos metálicos se debe limpiar periódicamente el interior con aire comprimido para evitar cortocircuitos o derivaciones a la carcasa.

- Los porta-electrodos se deben almacenar donde no puedan entrar en contacto con los trabajadores, combustibles o posibles fugas de gas comprimido.

6.25.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

- El equipo de protección individual está compuesto por: protección de la cara y ojos; guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior; mandil de cuero; polainas; calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante; casco y/o cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.

- La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.26 SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE

Elementos principales de la instalación móvil:

- Manorreductores: Los manorreductores pueden ser de uno o dos grados de reducción en función del tipo de palanca o membrana. La función que desarrollan es la transformación de la presión de la botella de gas (150 atm) a la presión de trabajo (de 0,1 a 10 atm) de una forma constante. Están situados entre las botellas y los sopletes.

- Soplete: Es el elemento de la instalación que efectúa la mezcla de gases. Pueden ser de alta presión en el que la presión de ambos gases es la misma, o de baja presión en el que el oxígeno (comburente) tiene una presión mayor que el acetileno (combustible). Las partes principales del soplete son las dos conexiones con las mangueras, dos llaves de regulación, el inyector, la cámara de mezcla y la boquilla.

- Válvulas antiretroceso: Son dispositivos de seguridad instalados en las conducciones y que sólo permiten el paso de gas en un sentido impidiendo, por tanto, que la llama pueda retroceder. Están formadas por una envolvente, un cuerpo metálico, una válvula de retención y una válvula de seguridad contra sobrepresiones. Pueden haber más de una por conducción en función de su longitud y geometría.

- Conducciones: Las conducciones sirven para conducir los gases desde las botellas hasta el soplete. Pueden ser rígidas o flexibles.

6.26.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Contacto eléctrico directo (soldadura por arco eléctrico)
- Contacto eléctrico indirecto (soldadura por arco eléctrico)
- Proyecciones en los ojos
- Quemaduras (oculares y en la piel)
- Riesgo de explosión e incendio
- Inhalación de humos
- Exposición a humos y gases de soldadura
- Intoxicación por fosgeno
- Exposición a radiaciones ultravioletas y luminosas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Atrapamientos diversos en manipulación de botellas (oxiacetilénica)

6.26.2 MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

- Utilización de botellas
    - Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben inutilizarse y devolverse al proveedor.
    - Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
    - Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
    - Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
    - Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.
    - Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
    - Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
    - Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
    - Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.
    - Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto; después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
    - Abrir el grifo de la botella lentamente; en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
    - Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobrepresión en su interior.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.

- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.

- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso el desmontarlos.

- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.

- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

▪ Almacenamiento de botellas

- Utilizar códigos de colores normalizados para identificar y diferenciar el contenido de las botellas.

- Proteger las botellas contra las temperaturas extremas, el hielo, la nieve y los rayos solares.

- Se debe evitar cualquier tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas como pueden ser choques entre sí o contra superficies duras.

- Las botellas con caperuza no fija no deben asirse por ésta. En el desplazamiento, las botellas, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.

- Las botellas no deben arrastrarse, deslizarse o hacerlas rodar en posición horizontal. Lo más seguro en moverlas con la ayuda de una carretilla diseñada para ello y debidamente atadas a la estructura de la misma. En caso de no disponer de carretilla, el traslado debe hacerse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.

- No manejar las botellas con las manos o guantes grasientos.

- Las válvulas de las botellas llenas o vacías deben cerrarse colocándoles los capuchones de seguridad.

- Las botellas se deben almacenar siempre en posición vertical.

- No se deben almacenar botellas que presenten cualquier tipo de fuga. Para detectar fugas no se utilizarán llamas, sino productos adecuados para cada gas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Para la carga/descarga de botellas está prohibido utilizar cualquier elemento de elevación tipo magnético o el uso de cadenas, cuerdas o eslingas que no estén equipadas con elementos que permitan su izado con su ayuda.

- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.

▪ Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.

- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.

- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.

- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.

- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilizar una llama para efectuar la comprobación.

- No se debe trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.

- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.

- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufrido daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

▪ Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.

- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:

- Abrir lenta y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno alrededor de 3/4 de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula del acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben hacer técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

▪ Retorno de llama

- En caso de retorno de la llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6.26.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Polainas de cuero
- Calzado de seguridad
- Yelmo de soldador (Casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual
- Guantes de cuero de manga larga
- Manguitos de cuero
- Mandil de cuero
- Casco de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE MEDIOS AUXILIARES Y HERRAMIENTAS.

7.1 EQUIPOS DE TRABAJO EN GENERAL.

Los equipos de trabajo serán utilizados exclusivamente por personal formado y autorizado, siempre según las instrucciones del fabricante. Su mantenimiento o reparación se realizará únicamente por personal especializado y siempre con el motor apagado o desconectado de su fuente de alimentación.

Los cables de alimentación de los equipos eléctricos tendrán su aislamiento en perfecto estado. Cuando sea necesario, deberán protegerse para evitar su deterioro. Todas las conexiones se realizarán con los enchufes reglamentarios, no permitiéndose la realización de empalmes.

Los equipos de trabajo cumplirán con todos los requisitos establecidos por el y por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. y RD. 1215/1997, por lo que deberá ir provista de marcado CE, Declaración CE de Conformidad y Manual de Instrucciones en castellano.

Todos los equipos con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotados de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales de los cuadros eléctricos.

Los equipos dispondrán de los resguardos y dispositivos de seguridad establecidos por cada fabricante.

El equipo se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador y conocido por el trabajador.

No se abandonará en ningún momento el equipo en funcionamiento.

El equipo dispondrá de las protecciones frente a contactos eléctricos directos o indirectos en perfecto estado, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.

Se realizarán las revisiones periódicas indicadas por el fabricante y serán realizadas por el personal cualificado para ello.

Se prohíbe la manipulación de los componentes de un equipo, accionado mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.), así como los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los motores eléctricos estarán cubiertos con carcasas protectoras contra el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Los equipos de funcionamiento irregular o averiado serán retirados inmediatamente para su reparación.

Los equipos averiados que no se pueden retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "Equipo averiado. No conectar".

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de equipos al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica será el encargado de la utilización de una determinado equipo o equipo -herramienta.

Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches "artesanales" construidos a base de redondos (según una S) y doblados.

7.2 AFILADORA ANGULAR (SIERRA DE DISCO MANUAL)

La afiladora angular o sierra de disco manual es una herramienta eléctrica manual utilizada para realizar el corte del material mediante disco.



7.2.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Quemaduras
- Golpes / cortes /laceraciones
- Proyecciones de partículas y fragmentos
- Exposición al polvo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sobresfuerzos
- Exposición al ruido
- Contactos eléctricos

7.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Medidas generales maquinaria:

- Conocer el manual de seguridad específico de la máquina proporcionado por el fabricante. Comprobar que se dispone de iluminación suficiente en la zona de trabajo.
- Inspeccionar visualmente el estado general de la máquina antes de comenzar los trabajos. Revisar que está al día de cuantas revisiones internas/externas le correspondan y comprueba que funcionan los elementos de seguridad y que dispone del marcado CE.
- La cortadora será manejada únicamente por aquellos que dispongan autorización expresa por parte de su empresa. No permitir que personal no autorizado se acerque a la zona que está cortando.
- No abandonar la máquina si ésta se encuentra en marcha.
- Nunca se retirarán los resguardos /elementos de protección. Únicamente reparar la maquina si tienen conocimientos de cómo realizarlo de modo adecuado y se está autorizado para ello.

Otras medidas preventivas

- Conocer las características del material a cortar, comprobando cuál es su estado antes de realizar los trabajos.
- Comprobar que la máquina dispone de carcasa superior que impida el contacto de las manos con el disco. El disco tiene que estar en perfectas condiciones de uso. Sustituirlo si se ve que está desgastado o resquebrajado.
- Vigilar que no se realizan presiones sobre la zona a cortar de forma que se bloqueen los discos. No intentar aumentar el ritmo de corte de la máquina. Desplazarla a velocidad adecuada.
- Utilizar útiles auxiliares si se necesita aproximar piezas a la zona de corte.
- No utilizar colgantes o ropas sueltas que puedan engancharse a la máquina.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Evitar retirar con la mano restos de material que esté se cortando mientras la maquina se encuentra en marcha. No acercar la mano al disco y evitar el uso de guantes para no quedar atrapado.
- No tocar las juntas recién cortadas pues debido al rozamiento con el disco pueden alcanzar alta temperatura
- Evitar el contacto con partes calientes de la máquina.
- Comprueba que los mangos de la maquina tienen material aislante.
- Proteger los ojos de la proyección de partículas.
- Utilizar el disco adecuado para cada material, verificar que está en correcto estado,
- Trabajar siempre con la carcasa del disco, esto minimiza la proyección de partículas.
- Si es necesario utilizar sistemas de ventilación y/o humectación.
- Mantener en correcto estado de mantenimiento la herramienta.
- Proteger las vías respiratorias con mascarillas
- Vigilar que se mantiene una postura correcta mientras se realiza el corte.
- Hacer uso de cascos auditivos o tapones para evitar la exposición al ruido
- Comprobar el correcto estado del cableado de la máquina. Utilizarla en tensiones adecuadas.
- Comprobar que los mangos de la maquina tienen material aislante.
- No anular la toma de tierra del equipo, ni conectarlo a cuadros eléctricos sin clavija. No sobrecargar los cuadros eléctricos

7.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad,
- Casco,
- Gafas anti-proyección,
- Mascarilla antipolvo,

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Chaleco alta visibilidad,
- Protectores auditivos

7.3 HERRAMIENTAS MANUALES

Las herramientas manuales son unos utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieran para su accionamiento la fuerza motriz humana.

Entendemos en esta instrucción técnica de seguridad, como serie de herramientas manuales para determinar los riesgos y medidas preventivas a los martillos y mazos, picos, sierras, alicates, cinceles, destornilladores, llaves, limas, escoplos o punzones, cuchillos y tijeras.

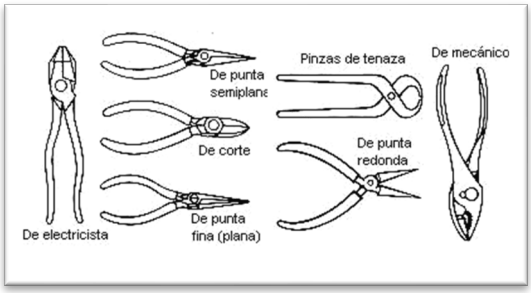
- Los martillos y mazos son herramientas de mano, diseñada para golpear-.
- Los cinceles son herramientas de mano diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto.
- Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar.
- Los picos son herramientas de mano utilizadas principalmente en la construcción para romper superficies no muy duras, en las fundiciones de hierro o en trabajos de soldadura para eliminar rebabas de distinto tamaño y dureza. Pueden ser de dos tipos principalmente: Rompedores: Tienen dos partes, la pequeña de golpear en plano con ángulos rectos, mientras que la más larga es puntiaguda y puede ser redondeada o cuadrada. Troceadores: Tienen dos partes, una puntiaguda y la otra plana y afilada.
- Las llaves Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta. Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas.
- Las llaves de boca ajustables son herramientas manuales diseñadas para ejercer esfuerzos de torsión, con la particularidad de que pueden variar la abertura de sus quijadas en función del tamaño de la tuerca a apretar o desapretar. Los distintos tipos y sus partes principales son: mango, tuerca de fijación, quijada móvil, quijada fija y tornillo de ajuste. No se utilizarán para otros fines
- Los destornilladores son herramientas a utilizar solo para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre materiales de madera, metálicos, plásticos etc.
- Las sierras se utilizan para cortar superficies de diversos materiales.

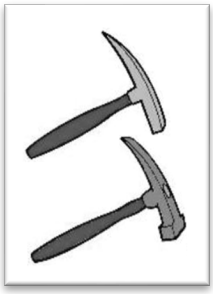
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

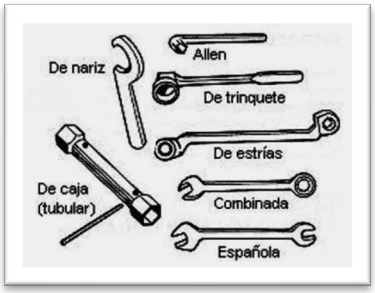
- Las limas se utilizan sólo para conformar objetos sólidos desbastándolos en frío.
- Los escoplos o punzones son herramientas de mano diseñadas para expulsar remaches y pasadores cilíndricos o cónicos, pues resisten los impactos del martillo, para aflojar los pasadores y empezar a alinear agujeros, marcar superficies duras y perforar materiales laminados.
- Los cuchillos sirven para cortar. Constan de un mango y de una hoja afilada por uno de sus lados.
- Las tijeras sirven para cortar principalmente hojas de metal, aunque se utilizan también para cortar otros materiales más blandos

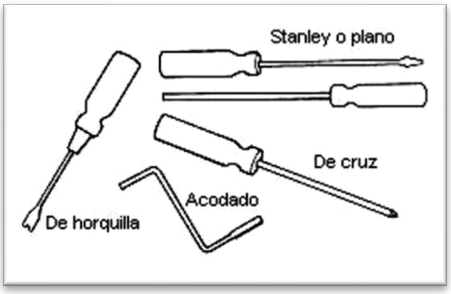


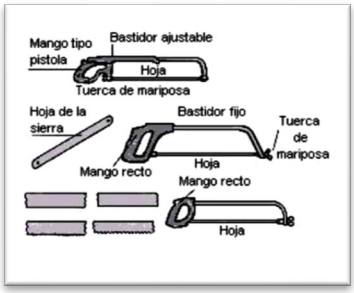




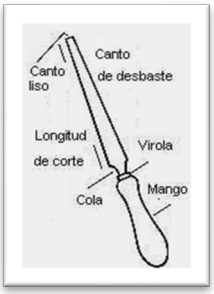


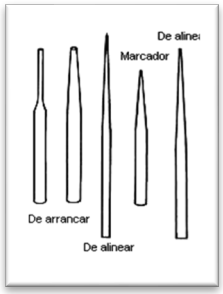


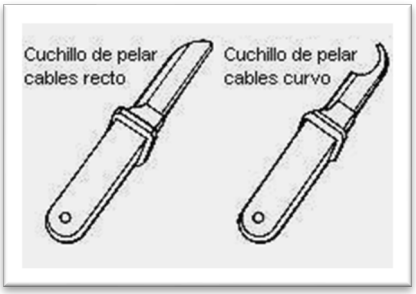




COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx









7.3.1 RIESGOS LABORALES IDENTIFICADOS

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.
- Heridas y laceraciones
- Quemaduras.

7.3.2 MEDIDAS PREVENTIVAS NECESARIAS:

Las principales causas genéricas que originan los riesgos indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas de forma incorrecta.
- Herramientas abandonadas en lugares peligrosos.
- Herramientas transportadas de forma peligrosa.
- Herramientas mal conservadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medidas generales

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección correcta de las herramientas para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

Mantenimiento

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales que le lleguen desechando las que no se puedan reparar. Para ello deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La reparación, afilado, templado o cualquier otra operación la deberá realizar personal especializado evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.
- En general para el tratado y afilado de las herramientas se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Transporte

Para el transporte de las herramientas se deben tomar las siguientes medidas:

- El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes o cortantes o no.
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

Medidas específicas para martillo y mazo

- El martillo es una herramienta de mano, diseñada para golpear; no utilizar para otros fines

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Evitar el uso del martillo inadecuado: exposición de la mano libre al golpe del martillo.
- Revisar previo al uso que la cabeza no está unida deficientemente al mango mediante cuñas introducidas paralelamente al eje de la cabeza de forma que sólo se ejerza presión sobre dos lados de la cabeza; Cabezas sin rebabas; mangos de madera (nogal o fresno) de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.
- Verificar el fijado con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.
- Desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.
- Antes de utilizar un martillo asegurarse que el mango está perfectamente unido a la cabeza.
- Seleccionar un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada una de las superficies a golpear.
- Observar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes.
- Sujetar el mango por el extremo. Se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo.
- Forma de golpear sobre una superficie: En el caso de tener que golpear clavos, estos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.
- No golpear con un lado de la cabeza del martillo sobre un escoplo u otra herramienta auxiliar.
- No utilizar un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.
- No utilizar martillos con la cabeza floja o cuña suelta
- No utilizar un martillo para golpear otro o para dar vueltas a otras herramientas o como palanca.

Medidas específicas para cinceles

- Sólo se utilizarán los cinceles son herramientas de mano diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los distintos tipos de cinceles se clasifican en función del ángulo de filo y éste cambia según el material que se desea trabajar, tomando como norma general los siguientes: materiales muy blandos 30º; cobre y bronce 40º; latón 50º; acero 60º; hierro fundido 70º
- El ángulo de cuña debe ser de 8º a 10º para cinceles de corte o desbaste y para el cincel ranurador el ángulo será de 35º, pues es el adecuado para hacer ranuras, cortes profundos o chaveteados.
- Evitar utilizar cincel con cabeza achatada, poco afilada o cóncava, arista cóncava, uso como palanca.
- Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.
- Deben estar limpios de rebabas.
- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados. Se deben desechar los cinceles más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- Para uso normal, la colocación de una protección anular de esponja de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.
- Siempre que sea posible utilizar herramientas soporte.
- Cuando se pique metal debe colocarse una pantalla o blindaje que evite que las partículas desprendidas puedan alcanzar a los operarios que realizan el trabajo o estén en sus proximidades.
- Para cinceles grandes, éstos deben ser sujetados con tenazas o un sujetador por un operario y ser golpeadas por otro.
- Los ángulos de corte correctos son: un ángulo de 60º para el afilado y rectificado, siendo el ángulo de corte más adecuado en las utilizaciones más habituales el de 70º.
- Para metales más blandos utilizar ángulos de corte más agudos.
- Sujeción con la palma de la mano hacia arriba cogiéndolo con el pulgar y los dedos índice y corazón.
- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.
- El cincel debe ser sujetado con la palma de la mano hacia arriba, sosteniendo el cincel con los dedos pulgar, índice y corazón.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medidas específicas para alicates

- Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar.
- Deficiencias típicas que se deben evitar: quijadas melladas o desgastadas; pinzas desgastadas; utilización para apretar o aflojar tuercas o tornillos, utilización para cortar materiales más duros del que compone las quijadas; golpear con los laterales; utilizar como martillo la parte plana.
- Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.
- Las quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado y el tornillo o pasador en buen estado hacen la herramienta segura.
- Mantener la herramienta sin grasas o aceites.
- Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas.
- Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.
- No colocar los dedos entre los mangos.
- No golpear piezas u objetos con los alicates.
- Engrasar periódicamente el pasador de la articulación

Medidas específicas para picos

- Los picos son herramientas de mano utilizadas principalmente en la construcción para romper superficies no muy duras, en las fundiciones de hierro o en trabajos de soldadura para eliminar rebabas de distinto tamaño y dureza. Pueden ser de dos tipos principalmente: Rompedores: Tienen dos partes, la pequeña de golpear en plano con ángulos rectos, mientras que la más larga es puntiaguda y puede ser redondeada o cuadrada. Troceadores: Tienen dos partes, una puntiaguda y la otra plana y afilada.
- Evitar las deficiencias típicas: Mango de dimensiones inadecuadas. Mango en mal estado. Pico dentado, agrietado o mellado. Utilizado para golpear metales o aderezar otras herramientas. Utilización sin mango o dañado.
- Mantener afiladas sus puntas y mango sin astillas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Mango acorde al peso y longitud del pico.
- Hoja bien adosada.
- No utilizar para golpear o romper superficies metálicas o para enderezar herramientas como el martillo o similares.
- No utilizar un pico con el mango dañado o sin él.
- Desechar picos con las puntas dentadas o estriadas.
- Mantener libre de otras personas la zona cercana al trabajo.

Medidas específicas para llaves

- Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta. Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas. No se utilizarán para otros fines
- Las llaves de boca ajustables son herramientas manuales diseñadas para ejercer esfuerzos de torsión, con la particularidad de que pueden variar la abertura de sus quijadas en función del tamaño de la tuerca a apretar o desapretar. Los distintos tipos y sus partes principales son: mango, tuerca de fijación, quijada móvil, quijada fija y tornillo de ajuste. No se utilizarán para otros fines
- No utilizar llaves inadecuadas por tamaño.
- Utilizar un tubo en mango para mayor apriete.
- No utilizar como martillo.
- Verificar antes de su uso que las quijadas y mecanismos en perfecto estado, la cremallera y tornillo de ajuste deslizando correctamente, y el dentado de las quijadas en buen estado.
- No desbastar las bocas de las llaves fijas pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores.
- Las llaves deterioradas no se reparan, se reponen.
- Evitar la exposición a calor excesivo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujando. Al girar asegurarse de que los nudillos no se golpean contra algún objeto.
- Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o desapretar.
- Utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta
- No debe sobrecargarse la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra como alargo o golpear éste con un martillo.
- Es más seguro utilizar una llave más pesada o de estrías.
- Para tuercas o pernos difíciles de aflojar utilizar llaves de tubo de gran resistencia.
- La llave de boca variable debe abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza la soporta la quijada fija. Tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.
- Utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.
- No utilizar las llaves para golpear.

Medidas generales para destornilladores

- Utilizar solo para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre materiales de madera, metálicos, plásticos etc.
- No utilizar como escoplo, palanca o punzón, con punta o caña doblada, punta roma o malformada.
- Trabajar manteniendo el destornillador en una mano y la pieza en otra.
- Mango en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.
- El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular.
- Porción final de la hoja con flancos paralelos sin acuñamientos.
- Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Espesor, anchura y forma ajustada a la cabeza del tornillo.
- Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.
- No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares.
- Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.
- La punta del destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.
- No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.
- Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

Medidas específicas para sierras

- Utilizar para cortar superficies de diversos materiales.
- Evitar las deficiencias típicas: Triscado impropio. Mango poco resistente o astillado. Uso de la sierra de tronzar para cortar al hilo. Inadecuada para el material. Inicio del corte con golpe hacia arriba.
- Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.
- Mangos bien fijados y en perfecto estado.
- Hoja tensada.
- Antes de serrar fijar firmemente la pieza a serrar.
- Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente)
- Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes: Hierro fundido, acero blando y latón: 14 dientes cada 25 cm. Acero estructural y para herramientas: 18 dientes cada 25 cm. Tubos de bronce o hierro, conductores metálicos: 24 dientes cada 25 cm. Chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas: 32 dientes cada 25 cm.
- Utilizar hojas de aleación endurecido del tipo alta velocidad para materiales duros y especiales con el siguiente número de dientes: Aceros duros y templados: 14 dientes cada

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

25 cm. Aceros especiales y aleados: 24 dientes cada 25 cm. Aceros rápidos e inoxidables: 32 dientes cada 25 cm.

- Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.
- Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.
- Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así movimientos indeseables al iniciar el corte.
- Serrar tubos o barras girando la pieza.

Medidas específicas para limas

- Utilizar sólo para conformar objetos sólidos desbastándolos en frío.
- Las partes principales de una lima son los cantos, cola, virola y mango. (Fig. 1)
- El mango es la parte que sirve para sujetar la herramienta y cubre la cola de la lima. En el mango existe un anillo metálico llamado virola, que evita que el mango se dé y se salga. La parte útil de trabajo se denomina longitud de corte y tiene cantos de desbaste, pudiendo contar con cantos lisos.
- Por su forma se clasifican en: Cuadrangulares; Planas; mediacaña; triangulares y redondas.
- El número de dientes varía de 60 a 6500 dientes/cm2.
- Deficiencias típicas: sin mango, uso como palanca o punzón, golpearlas como martillo.
- Mantener el mango y la espiga en buen estado.
- Mango afianzado firmemente a la cola de la lima.
- Funcionamiento correcto de la virola.
- Limpiar con cepillo de alambre y mantener sin grasa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Selección de la lima según la clase de material, grado de acabado (fino o basto).
- No utilizar limas sin su mango liso o con grietas.
- No utilizar la lima para golpear o como palanca o cincel.
- La forma correcta de sujetar una lima es coger firmemente el mango con una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta. La lima se empuja con la palma de la mano haciéndola resbalar sobre la superficie de la pieza y con la otra mano se presiona hacia abajo para limar. Evitar presionar en el momento del retorno.
- Evitar rozar una lima contra otra.
- No limpiar la lima golpeándola contra cualquier superficie dura como puede ser un tornillo de banco.

Medidas específicas para escoplos y punzones

- Los escoplos o punzones son herramientas de mano diseñadas para expulsar remaches y pasadores cilíndricos o cónicos, pues resisten los impactos del martillo, para aflojar los pasadores y empezar a alinear agujeros, corte de superficies duras y perforar materiales laminados.
- Son de acero, de punta larga y forma ahusada que se extiende hasta el cuerpo del punzón con el fin de soportar golpes más o menos violentos.
- Deficiencias típicas por corregir: cabeza abombada, cabeza y punta frágil (sobretemplada), cuerpo corto dificultando la sujeción, sujeción y dirección de trabajo inadecuados, uso como palanca y no utilizar gafas de seguridad.
- El punzón debe ser recto y sin cabeza de hongo.
- Utilizarlos sólo para marcar superficies de metal de otros materiales más blandos que la punta del punzón, alinear agujeros en diferentes zonas de un material.
- Golpear fuerte, secamente, en buena dirección y uniformemente.
- Trabajar mirando la punta del punzón y no la cabeza.
- No utilizar si está la punta deformada. Deben sujetarse formando ángulo recto con la superficie para evitar que resbalen.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Medidas específicas para cuchillos

- Son herramientas de mano que sirven para cortar. Constan de un mango y de una hoja afilada por uno de sus lados.
- Existen diversos tipos y medidas en función del material a cortar y del tipo de corte a realizar.
- Deficiencias típicas evitables: hoja mellada, corte en dirección hacia el cuerpo, mango deteriorado, colocar la mano en situación desprotegida, falta de guarda para la mano o guarda inadecuada, no utilizar funda protectora y empleo como destornillador o palanca.
- La herramienta debe tener la hoja sin defectos, bien afilada y punta redondeada. mangos en perfecto estado y guardas en los extremos, aro para el dedo en el mango.
- Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- No dejar los cuchillos debajo de papel de deshecho, trapos etc. o entre otras herramientas en cajones o cajas de trabajo.
- Extremar las precauciones al cortar objetos en pedazos cada vez más pequeños.
- No deben utilizarse como abrelatas, destornilladores o pinchos para hielo.
- Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas.
- Siempre que sea posible se utilizarán bastidores, soportes o plantillas específicas con el fin de que el operario no esté de pie demasiado cerca de la pieza a trabajar.
- Los cuchillos no deben limpiarse con el delantal u otra prenda, sino con una toalla o trapo, manteniendo el filo de corte girado hacia afuera de la mano que lo limpia.
- Uso del cuchillo adecuado en función del tipo de corte a realizar.
- Utilizar portacuchillos de material duro para el transporte, siendo recomendable el aluminio por su fácil limpieza. El portacuchillos debería ser desabatible para facilitar su limpieza y tener un tornillo dotado con palomilla de apriete para ajustar el cierre al tamaño de los cuchillos guardados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Guardar los cuchillos protegidos.
- Mantener distancias apropiadas entre los operarios que utilizan cuchillos simultáneamente.
- Protecciones personales: utilizar guantes de malla metálica homologados, delantales metálicos de malla o cuero y gafas de seguridad homologadas.

Medidas generales para tijeras

- Son herramientas manuales que sirven para cortar principalmente hojas de metal, aunque se utilizan también para cortar otros materiales más blandos.
- Deficiencias típicas evitables: mango de dimensiones inadecuadas, hoja mellada o poco afilada, tornillos de unión aflojados, utilizar para cortar alambres o hojas de metal tijeras no aptas para ello, cortar formas curvas con tijera de corte recto y uso sin guantes de protección.
- Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección de los dedos. Se debe engrasar el tornillo de giro periódicamente. Mantener la tuerca bien atrapada.
- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- Realizar los cortes en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar tijeras sólo para cortar metales blandos.
- Las tijeras deben ser lo suficientemente resistentes como para que el operario sólo necesite una mano y pueda emplear la otra para separar los bordes del material cortado. El material debe estar bien sujeto antes de efectuar el último corte, para evitar que los bordes cortados no presionen contra las manos.
- Cuando se corten piezas de chapa largas se debe cortar por el lado izquierdo de la hoja y empujarse hacia abajo los extremos de las aristas vivas próximos a la mano que sujeta las tijeras.
- No utilizar tijeras con las hojas melladas.
- No utilizar las tijeras como martillo o destornillador.
- Si se es diestro se debe cortar de forma que la parte cortada desechable quede a la derecha de las tijeras y a la inversa si se es zurdo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Si las tijeras disponen de sistema de bloqueo, accionarlo cuando no se utilicen.
- Utilizar vainas de material duro para el transporte.

7.3.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Guantes
- Cinturón porta herramientas
- Gafas protección vista
- Mascarilla cuando hay exceso de polvo
- Guantes de malla y cuero

7.4 HERRAMIENTAS PORTÁTILES ELÉCTRICAS.

Este apartado se refiere a las herramientas portátiles accionadas por energía eléctrica y cuyo uso es frecuente en trabajos de montaje eléctrico. De estas herramientas, las más utilizadas son: taladros, sierras de calar y atornilladores.

7.4.1 RIESGOS MÁS IMPORTANTES:

- Contactos eléctricos.
- Golpes y cortes en manos u otras partes del cuerpo.
- Lesiones oculares por proyección de fragmentos o partículas.
- Esguinces por movimientos o esfuerzos violentos.
- Ruido.
- Incendios.

Causas principales:

- Inadecuada utilización de las herramientas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Utilización de herramientas defectuosas.
- Empleo de herramientas de mala calidad.
- No utilización de equipos de protección individual.
- Posturas forzadas.
- Utilización en presencia de sustancias combustibles.

7.4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Usar herramientas de calidad acordes al tipo de trabajo a realizar y con marcado CE.
- El personal debe estar autorizado por la empresa para utilizar las herramientas.
- Instruir adecuadamente al personal para la utilización de cada tipo de herramienta.
- Comprobar que las herramientas tienen en buen estado la carcasa exterior y disponen de los elementos de protección o uso adecuados que jamás deben ser desmontados, salvo autorización expresa del Jefe de Trabajos.
- Comprobar el estado del cable de alimentación, (no debe haber cables de cobre al descubierto, ni empalmes con cinta aislante) y la clavija de conexión (no conectar los cables directamente). No transportar las herramientas cogiéndolas por el cable de alimentación.
- Elegir el útil adecuado a la herramienta (disco, broca, etc.) y al trabajo a realizar. Dicho útil deberá estar en buen estado (disco no gastado, broca afilada, etc.).
- Desconectar la herramienta de la red en el cambio de útil y cuando no se vaya a utilizar.
- Utilizar la llave apropiada para cambiar el útil.
- Utilizar herramientas que dispongan de doble aislamiento de protección y conectarlas a un cuadro protegido con interruptor diferencial.
- Evitar los trabajos en las proximidades de materiales combustibles. En caso necesario, cubrir dichos materiales con algún elemento incombustible (pantallas, chapas, mantas ignífugas, lonas mojadas, etc.), teniendo también extintores cerca del puesto de trabajo.
- Fijar los materiales de pequeñas dimensiones por medio de mordazas adecuadas, antes de trabajar sobre ellos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Sujetar las herramientas con las dos manos. No adoptar posturas forzadas ni ejercer presión excesiva sobre la herramienta.
- Utilizar calzado de seguridad ante el riesgo de golpes en los pies por caída de las herramientas en su manipulación.
- Utilizar gafas protectoras y pantalla facial (para la radial) en todo caso y sobremanera cuando haya riesgo de proyección de partículas.
- Utilizar protectores auditivos, cuando el trabajo con las herramientas ocupe una parte importante de la jornada laboral y siempre que el nivel de ruido supere los 80 dB (A) legalmente exigibles.

7.4.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de seguridad
- Casco
- Gafas anti-proyección
- Mascarilla antipolvo
- Chaleco alta visibilidad
- Protectores auditivos.

7.5 MEDIOS AUXILIARES PARA TRABAJOS TEMPORALES EN ALTURA

7.5.1 ESCALERAS MANUALES

Para garantizar la seguridad y resistencia de la escalera, ésta debe estar certificada de conformidad con la Norma UNE-EN 131-1.

No se han de emplear escaleras de mano y, en particular, si son de más de 5 metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías.

Las escaleras de mano se deben utilizar sólo para acceso a lugares, y para trabajos ligeros y de muy corta duración, con el punto de trabajo en la vertical. No se trabajará con escaleras de mano cerca de huecos de fachada salvo que se use un sistema anticaída.

En trabajos puntuales junto a bordes de forjado o huecos horizontales se permitirá el uso de escaleras de tijera únicamente si el posicionamiento del trabajador con la escalera permite la realización del trabajo a una altura máxima de metro y medio (de posicionamiento de sus pies),

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

y el trabajador se posiciona de cara al hueco y de tal modo que la parte alta de la escalera no sobrepase su cintura. De este modo en caso de caída el trabajador caería siempre al suelo del forjado donde trabaja y no por los huecos (verticales y horizontales) existentes.

Se ha de comprobar que la estabilidad de las escaleras quede asegurada en todo momento.

Con el fin de aumentar la estabilidad y seguridad de las escaleras de mano, se deben colocar sobre los mismos estabilizadores que amplíen la anchura de la base, patines antideslizantes en la zona de apoyo, plataformas desmontables, etc.

En el posicionamiento de una escalera debe asegurarse, entre otros aspectos, que:

- Los pies de las escaleras se separarán del plano vertical del soporte superior a una distancia equivalente a 1/4 de su altura aproximadamente.
- En las zonas de desembarco, sobrepasará en 1 m el apoyo superior.
- En la base se dispondrá de elementos antideslizantes.
- Se balizará el entorno de la escalera, cuando ésta se coloque en zonas de tránsito.

No tratar de alcanzar una zona alejada, sin cambiar de sitio la escalera.

Para trabajar sobre una escalera se recomienda utilizar modelos autoestables de peldaño ancho que cuenten, preferiblemente, con plataforma y barandillas laterales de acceso.

No se han de utilizar por dos personas simultáneamente.

El ascenso, descenso y trabajo desde las escaleras se tiene que efectuar siempre de frente a las mismas.

Los trabajos a más de 3,50 m de altura (desde el punto de trabajo al suelo) que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se deben efectuar si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Si las escaleras son de madera:

- Los largueros deben ser de una sola pieza.
- Los peldaños han de estar ensamblados en los largueros y no solamente clavados.
- No deben pintarse, salvo con barniz transparente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las escaleras nunca se deben emplear horizontalmente como pasarelas o andamios, de no estar específicamente diseñadas para tal fin.

Las escaleras de metal son conductoras de electricidad. No se recomienda su uso cerca de circuitos eléctricos de ningún tipo, o en lugares donde puedan hacer contacto con esos circuitos, en cuyos casos se deben utilizar escaleras de materiales no conductores (de fibra, madera, etc.).

Queda prohibido el empalme de dos escaleras (salvo que cuenten con elementos especiales para ello).

Cuando no estén en uso, las escaleras se deben almacenar o guardar bajo techo con el fin de protegerlas de la intemperie. Las escaleras que se almacenan horizontalmente en altura se han de sostener en ambos extremos y en los puntos intermedios para impedir que se comben en el centro y, en consecuencia, se aflojen los travesaños y se tuerzan los largueros.

Respecto a las escaleras de tijera: deben disponer de un elemento (cinta, cable, pletinas, etc.) que impida su abertura (en mayor ángulo que el previsto) al utilizarlas; no se ha de trabajar "a caballo" sobre la misma; para trabajar sobre ellas se deben utilizar , preferiblemente, escaleras dobles con base ancha o estabilizadores, peldaño ancho y plataforma de trabajo con barandilla de seguridad; las escaleras dobles se deben usar siempre completamente abiertas y nunca se han de usar como escaleras simples (apoyadas).





7.5.2 ANDAMIOS EN GENERAL

Los andamios deben proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deben construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se han de ajustar al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, debe efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los elementos de apoyo de un andamio deben estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante ha de tener una capacidad suficiente. Se debe garantizar la estabilidad del andamio. Ha de impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.

Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deben ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se han de montar de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No debe existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular, durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deben contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.

Los andamios deben ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- Antes de su puesta en servicio.
- A continuación, periódicamente.
- Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

El montaje y desmontaje de los andamios se debe efectuar mediante la siguiente secuencia:

- Redacción de un plan de montaje, utilización y desmontaje.
- Dirección por personal competente. En este sentido:
    - Si requiere dicho plan, la dirección del montaje y desmontaje debe ser llevada por un técnico que ha de tener formación universitaria o profesional que le habilite para ello.
    - Si no requiere el citado plan, la referida dirección puede ser realizada por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.

- Inspecciones antes de su puesta en servicio, periódicas (mínimo quincenales) y por causas extraordinarias, realizadas por personal competente. Estas inspecciones han de estar debidamente documentadas.

En los andamios apoyados que no excedan los 6,00 m de altura o con distancias entre apoyos no superiores a 8,00 metros, así como en los situados en tejados, azoteas, etc. cuya altura hasta el suelo no exceda de 24,00 m, no es obligatoria la redacción del mencionado plan de montaje, utilización y desmontaje.

Se requiere que la inspección realizada antes de la puesta en servicio se documentara extendiendo un Certificado de Montaje, sin el cual no se puede usar el andamio.

No es necesario la redacción de un plan de montaje, utilización y desmontaje:

- En andamios apoyados de configuración "sencilla", debidamente certificados.
- En andamios colgados móviles y andamios sobre mástil, con marcado "CE" y Declaración de Conformidad.

Para el montaje de andamios que cuenten con Declaración CE de Conformidad o estén Certificados se puede sustituir la redacción del plan de montaje por las instrucciones del fabricante, donde se indica el procedimiento para el montaje y desmontaje, cargas, fijaciones, uniones, usos, etc., salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

Se debe acotar la zona de montaje, desviando la circulación peatonal y rodada mediante la colocación de vallas, cintas, etc., e, incluso, instalando protecciones permanentes si el tipo de circulación rodada así lo aconseja.

Se han de colocar las protecciones adecuadas para evitar caída de materiales.

Se tiene que comprobar que no haya líneas eléctricas aéreas a menos de 7,00 m de distancia de cualquier punto del andamio a montar (para el cálculo de esta distancia se ha de tener en cuenta el posible acercamiento a la línea por la longitud de las piezas a montar).

La realización de un plan de montaje, utilización y desmontaje en los siguientes casos:

Casos en los que es preciso realizar un plan de montaje, utilización y desmontaje de andamios	
Plataformas suspendidas de nivel variable.	
Plataformas elevadoras sobre mástil.	
Andamios con elementos prefabricados apoyados.	Con una altura apoyo – coronación > 6 m.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	Con elementos horizontales que salven vuelos y distancias entre apoyos > 8 m.
Andamios en el exterior: azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores con una distancia nivel de apoyo – nivel de terreno > 24 m.	
Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a una altura > 6 m desde el punto de operación hasta el suelo.	

Cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado CE (p. ej. plataformas suspendidas de nivel variable, plataformas elevadoras sobre mástil), por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

En el caso de aquellos tipos de andamios normalizados -p. ej. metálicos tubulares prefabricados o torres de acceso móviles- que no pueden disponer de marcado CE -por no haberse adoptado dicha existencia legal en el ámbito europeo- pero sus fabricantes se han sometido a la realización de los ensayos exigidos por Documentos de Armonización Europeos y cuentan con el correspondiente certificado de ese producto expedido por un organismo nacional de certificación, mientras no se establezca la exigencia de marcado CE, se aplicará la posible sustitución del plan por las instrucciones del fabricante, siempre que el andamio se monte según la configuración tipo establecida en las citadas instrucciones y para las operaciones y usos indicados por el mismo.

7.5.3 ANDAMIOS SOBRE BORRIQUETAS

Normas básicas de seguridad

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas.
- Las borriquetas pueden serán preferentemente de hierro o de madera, si son de madera ésta debe ser sana, estar perfectamente encoladas y sin deformaciones o roturas.
- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera estarán dotadas de cadenillas limitadoras de apertura máxima.
- Las plataformas de trabajo se sujetarán perfectamente a las borriquetas en evitación de balanceos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos, no debiendo sobresalir por los laterales más de 20 cm., para evitar basculamientos.
- Cuando se utilicen andamios de borriquetas en zonas con riesgo de caída de más de 2 m. de altura se protegerán mediante barandillas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cuando la altura de la plataforma se encuentre a más de 3 m. de altura deberán arriostrarse mediante crucetas tipo “Cruz de San Andrés”.
- Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm. y no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar basculamientos, con 7 cm. mínimo de grosor.
- Los apoyos de las borriquetas no estarán separados a ejes de más de 2,5 cm.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe la sustitución de éstas (o alguna) por “bidones”, pilas de materiales, etc.
- Sobre las plataformas sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente.
- Se prohíbe trabajar sobre las plataformas sustentadas en borriquetas apoyadas en cualquier otro andamio.

7.5.4 CASTILLETE DE HORMIGONADO

Estructura metálica provista de plataforma elevada provista de escalera de acceso, que se emplea en las operaciones de hormigonado de pilares y trabajos de encofrado/desencofrado.

RIESGOS

- Vuelco de la torreta.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Sobreesfuerzos durante el traslado.
- Atrapamientos por desplome o derrumbamiento
- Golpes choques o cortes
- Atrapamientos de pies y dedos
- Sobresfuerzos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.

- Si se trata de torretas modulares o que requieran montaje, antes de iniciarlo se consultarán y seguirán las instrucciones del fabricante. Se verificará que no se encuentran trabajadores bajo la zona en la que se va a realizar dicho montaje.
- Se instalarán en zonas en las que no exista riesgo de caída de objetos.
- Se empleará el personal suficiente para su montaje y traslado, a fin de evitar la incorrecta manipulación de cargas.
- Se instalarán sobre forjado o superficie firme y nivelada. Se emplearán todos los elementos estabilizadores y de arriostramiento con que cuente.
- Las dimensiones mínimas plataforma serán 1,20x1,20 m. y su suelo será de material antideslizante. Las barandillas perimetrales se anclarán sólidamente a la estructura; tendrán una altura mínima de 1,00 m y dispondrán de pasamanos, barandilla intermedia y, en su caso, rodapié.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE USO

- Comprobar que la plataforma está limitada en todos sus lados por sus respectivas barandillas.
- Comprobar que la estructura que conforma la torreta está correctamente apoyada, nivelada y que no puede volcar o zarandearse.
- No se transportarán personas sobre la torreta durante los cambios de posición.
- Cuando se trabaje sobre ella, se comprobará previamente que otros trabajadores no se encuentren situados en las inmediaciones de la base de la misma.
- No se trabajará simultáneamente en un plano superior.
- Se subirá siempre por la escalera de mano a tal fin, siempre de cara a la plataforma, y una vez arriba se cerrará el tramo sin barandilla con una cadena o similar.
- No se sobrecargarán con materiales.
- No se aumentará su altura con materiales o borriquetas.
- No se tenderán pasarelas entre la torreta y el elemento a hormigonar.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No se trabajará sobre ellos en caso de condiciones climatológicas adversas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad

7.5.5 PLATAFORMAS ELEVADORAS MÓVILES DE PERSONAL (PEMP)

7.5.5.1 Riesgos

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos

No deben utilizarse en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante y se han de cumplir las especificaciones establecidas por el mismo en cuanto a su uso y limitación de carga.

Se debe reconocer previamente el terreno por donde ha de desplazarse la plataforma asegurando que esté nivelado y sea estable.

Debe verificarse, antes de su uso, la resistencia y estabilidad de los puntos de apoyo.

Han de estar dotadas de protección frente al riesgo de contacto eléctrico indirecto y debe verificarse la ausencia de líneas eléctricas aéreas en el entorno, así como la presencia de elementos fijos que interfieran el desplazamiento espacial de la plataforma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Cuando dispongan de carriles deben poseer una perfecta nivelación, cimentación y alineación, así como topes en sus extremos. Los traslados se han de realizar con la plataforma desalojada de trabajadores.

Con el fin de prevenir el riesgo de caídas de objetos sobre terceros se debe balizar, señalizar y acotar la zona inferior del terreno impidiendo el paso bajo su perpendicular.

No se deben cargar materiales de mayor volumen y peso de lo previsto por el fabricante. Las cargas han de estar repartidas uniformemente por el piso de la plataforma.

En ningún caso deben sobrecargarse; se han repartir los materiales necesarios para la correcta continuidad de los trabajos a lo largo de la plataforma.

El operador de la plataforma debe estar cualificado y formado. No se ha de permitir la utilización y el acceso a personas carentes de autorización.

La plataforma no debe conducirse ni circular por pendientes superiores a las indicadas por el fabricante.

Sistemas de seguridad para todos los tipos de PEMP

Pueden tener, entre otros:

- Estabilizadores sensibles a la presión, con válvulas de seguridad y alarma sonora.
- Dobles mandos en cesta y base.
- Sistema de bomba manual de descenso de emergencia.
- Válvulas de cierre en cilindros hidráulicos.
- Bloqueo de mandos si la plataforma no está correctamente colocada y nivelada.
- Limitador de carga y de alcance de la plataforma
- Las puertas de las plataformas no deben abrir hacia el exterior y han de estar conectadas de forma que impidan todo movimiento de la plataforma mientras las mismas no estén cerradas y bloqueadas.
- La carga máxima sobre el suelo que cada estabilizador o rueda soporta debe estar indicada sobre cada uno de ellos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No debe ser posible accionar simultáneamente los mandos de traslación y los de cualquier otro movimiento.

- Los mandos deben estar situados sobre la plataforma de trabajo. Pueden llevar otro mando en el chasis, pero, en este caso, debe poderse bloquear uno de los dos mandos (normalmente mediante llave), de forma que sólo se pueda accionar desde una posición predeterminada (se ha de dar prioridad al mando situado en cesta).

- Deben estar equipadas con un mando de emergencias (fácilmente accesible desde el suelo) que permita bajar la plataforma de trabajo.

- Los mandos inferiores de control sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

- Los mandos deben ser de acción continuada sobre los mismos (del tipo "hombre muerto"). Se han de tener que accionar conjuntamente palanca y pedal o bien palanca y gatillo para su funcionamiento de modo que cuando cesa la acción sobre ellos deben volver automáticamente a la posición neutra.

- Se hará uso de arnés de seguridad atado a la propia plataforma para el uso d estos equipos.

- Queda prohibido trabajar sobre las protecciones de la propia plataforma o con parte del cuerpo sobresaliendo de esta.

- En caso de utilizarse este medio como forma de acceso a forjados, el trabajador amarrará su sistema anticaída de forma previa a la realización de esta maniobra a un punto fijo de la estructura o a la propia barandilla de la plataforma y no lo retirará hasta estar en un lugar protegido de riesgos de caída de altura.

7.5.6 PLATAFORMAS DE TIJERA

Son utilizadas para efectuar trabajos en los que se pueda situar la plataforma justo debajo o junto al lugar en el cual se quiere trabajar.

Este tipo de plataformas suelen ser autopropulsadas permitiendo, cuando están paradas, únicamente desplazamientos en vertical con alcances en altura de unos 20 m. Pueden desplazarse con la plataforma elevada, aunque a una pequeña velocidad limitada por los propios mecanismos de seguridad de la máquina.

Generalmente, estas plataformas admiten cargas de hasta unos 1000 kg.

Las plataformas de mayor alcance en altura disponen de apoyos telescópicos para su estabilidad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Se debe colocar valla-cierre de protección en la parte baja, o bien, paro automático antes de alcanzar, en bajada, los 3 m sobre el suelo (con rearme y bajada con aviso acústico).

7.5.6.1 Medidas preventivas:

- Estará prohibido trasladar la base de apoyo con operarios en la plataforma. A ser posible se emplearán plataformas equipadas con sistema de seguridad que impida el desplazamiento de la base con la plataforma de trabajo elevada.
- Se deberá mantener alejada la máquina de terrenos con riesgo de hundimiento o desplome.
- Antes de iniciar los trabajos, se deberá comprobar la estabilidad del apoyo de la máquina.
- No sobrepasar la carga máxima autorizada en la plataforma, ya que pueden dañarse los mecanismos para operaciones posteriores.
- No utilizar la plataforma por personal no autorizado.
- Si dispone de estabilizadores, no utilizar la plataforma sin antes extender los mismos.
- El acceso a la plataforma de trabajo se realizará por los lugares destinados a tal fin.
- No saltar nunca directamente de la plataforma de trabajo al suelo. Bajar por los lugares previstos.
- Para seguridad las plataformas irán dispuestas de barandillas, a una altura mínima sobre el nivel del piso de 90 centímetros.

7.5.7 PLATAFORMAS TELESCÓPICAS Y TELESCÓPICAS ARTICULADAS. AUTOPROPULSADAS

En este apartado se engloban los tipos de plataformas elevadoras más versátiles que permiten cualquier tipo de movimiento de la plataforma de trabajo tanto en altura y giro, como desplazamiento (excepto obviamente en las remolcadas). Pueden ser autopropulsadas, ir sobre camión o bien remolcadas, necesitando estas últimas, en cada estacionamiento, un perfecto nivelado de sus patas estabilizadoras.

Se utilizan cuando el lugar de trabajo está desplazado respecto al punto de colocación de la plataforma (o la altura a alcanzar excede a las de tipo tijera).

Las plataformas telescópicas articuladas permiten movimientos más flexibles.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los alcances normales en altura son de unos 40 m, aunque hay modelos que alcanzan los 100 m, admitiendo cargas de hasta unos 1.000 kg.

Disponen de dos velocidades de traslación, una para cuando están plegadas y otra menor para cuando están en situación de trabajo.

Este mismo tipo de plataformas pueden ir montadas sobre camión, permitiendo su desplazamiento por carretera.

Las hay también remolcables careciendo por tanto de autonomía para desplazarse.

Hay modelos sobre orugas o ruedas, de 0,80 m de anchura (con los estabilizadores plegados) y alcance en altura de 19 m, útiles para trabajar en interiores.

7.5.7.1 Medidas preventivas

- Se seguirán siempre las instrucciones que constan en la documentación entregada por el fabricante.
- La plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz a utilizar tendrá al día el Libro de Mantenimiento y las revisiones.
- Se comprobará el apoyo correcto de las patas hidráulicas en el terreno y la capacidad de éste para soportar la carga que va a recibir.
- Se respetará siempre el limitador de carga que tiene la máquina.
- Se respetará el radio de acción de la máquina, y no realizarán otros trabajos dentro del mismo.
- Se mantendrá la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz alejada de los terrenos poco resistentes.
- Se evitará pasar la plataforma por encima de los operarios.
- Se accederá a la máquina por sus accesos previstos.
- Se respetarán las distancias con respecto a las líneas eléctricas (5m.)
- Se comprobará la estabilidad de la plataforma antes de iniciar cualquier maniobra.
- No se estacionará ni desplazará la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz a una distancia inferior a 2 m del borde de zanjas o cortes de terreno no sujeto mediante muros. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento de plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz, dotándose, además, al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del chasis automotriz, para evitar los deslizamientos y vuelcos de la máquina.

- La puesta en servicio de la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz se realizará siguiendo las instrucciones dadas por su fabricante.
- Se vigilarán constantemente las variaciones posibles por fallo del firme durante la utilización de la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz.
- El operario que suba a la plataforma deberá utilizar en todo momento mientras permanezca en ella un arnés fijado a un punto seguro de la misma.
- El operador del brazo articulado deberá tener todos los objetos de referencia siempre a la vista; si esto no fuera posible, las maniobras estarán dirigidas por un señalista, para evitar el riesgo de atrapamiento y golpes.
- Se prohíbe expresamente:
    - Permanecer o realizar trabajos en un radio de 5 m en torno a la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz.
    - Permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la plataforma de trabajo elevada.
    - Utilizar la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz para arrastrar las cargas
- Se vallará la zona de ubicación de la máquina en un entorno lo más amplio posible para evitar los riesgos por caída de objetos. En la superficie de la valla se instalarán señales de "Peligro obras", balizamiento y dirección obligatoria para la orientación de los vehículos automóviles a los que el posicionamiento de la máquina desvíe de su normal recorrido.
- Se mantendrá la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Se subirá y bajará de la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz por los lugares previstos para ello.
- El operario nunca deberá saltar directamente al suelo desde la máquina, si no es por un inminente riesgo para su integridad física.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se asegurará la inmovilidad de la plataforma de trabajo antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No se abandonará la máquina con una carga en la plataforma desplegada.
- Las actuaciones en caso de que la plataforma toque una línea eléctrica o se acerque a la distancia de arco eléctrico serán:
    - Sobre todo, no se permitirá que nadie toque la máquina, pues podría estar cargada de electricidad.
    - Si la plataforma funciona: alejarla de la instalación eléctrica.
    - Si la plataforma ya no funciona, avisar a voces a las personas del suelo para que no se acerquen a la máquina, y pedir al operador auxiliar que avise a los servicios correspondientes para que corten la tensión de la instalación eléctrica. Se usará la bocina para pedir auxilio en caso de no haber operador auxiliar.
    - Esperar a que la situación ofrezca la seguridad necesaria para salir de la máquina
- No se utilizará la plataforma cuando la velocidad del viento sea superior a la velocidad límite fijada por el fabricante.
- Tampoco se manipularán objetos de gran superficie, como carteles, cuando haya viento.
- Sólo las plataformas que han sido diseñadas para ello por el fabricante podrán realizar intervenciones que generan fuerzas horizontales: utilización de una bomba para proyectar
- hormigón o una lanza contra incendios.
- El operador de la plataforma no debe subirse nunca en la barandilla de la plataforma, ni utilizará taburetes, escaleras de mano, de tijera o tablones de obra para alcanzar alturas superiores.
- Si la visibilidad exterior es mala entre el suelo y la plataforma, se interrumpirá el trabajo.
- Cuando se trabaje sin luz, la plataforma deberá disponer de un proyector autónomo orientable que permita iluminar la zona de trabajo. Se colocará en el suelo una señalización luminosa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- El operador de la plataforma, antes de incorporarse a su puesto y al menos una vez al día, deberá cerciorarse, mediante una inspección visual, del buen estado de conservación y funcionamiento de la plataforma. Deberá comprobar:
    - El estado de los tubos flexibles y cables eléctricos y de sus conexiones.
    - El estado y la presión de los neumáticos o ruedas.
    - El estado de los ejes y clavijas.
    - El nivel de combustible de las máquinas térmicas.
    - El nivel de aceite.
    - La presencia del manual de uso de la máquina.
    - El funcionamiento de los mandos auxiliares y de los dispositivos de paro de emergencia.
    - El estado del limitador de carga, de los sistemas de seguridad de fin de carrera y del control de inclinación.
    - El estado de la barandilla y del portillo de acceso.
    - El estado de las palancas de mando.
    - El nivel de electrólito y de carga de las baterías.
    - El estado y el funcionamiento de los estabilizadores.
- Debe indicarse inmediatamente al responsable cualquier avería o deterioro, para proceder a las reparaciones necesarias.
- Al final del trabajo se realizarán las siguientes operaciones:
    - Plegar la plataforma sobre su bastidor y estacionarla.
    - Recoger por completo los estabilizadores, caso de disponer de ellos.
    - Activar el freno de inmovilización, poniendo los mandos en punto neutro.
    - Sacar la llave de contacto o el dispositivo equivalente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Caso de observar anomalías de funcionamiento o desperfectos en algunos órganos de la plataforma durante el trabajo, anotarlos en el libro de a bordo de la máquina y comunicarlo al responsable.

- El transporte de la plataforma a largas distancias se efectuará en camión o remolque adecuado, con las siguientes precauciones:
  - Estacionar la plataforma o camión en un terreno llano
  - Calzar las ruedas.
  - Comprobar que la anchura del camión o del remolque es la adecuada.
  - Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la plataforma.
  - Montar la plataforma a velocidad reducida.
  - Retirar la llave de contacto.
  - Amarrar la plataforma al bastidor de la máquina.

7.5.8 MÁQUINAS MIXTAS CON POSIBILIDAD DE ELEVAR CARGA Y PERSONAS

Este tipo de máquinas, del tipo manipuladores telescópicos o carretillas telescópicas, son muy versátiles por su capacidad de trabajo, movilidad y multiplicidad de usos.

Algunos modelos permiten cambiar el útil de carga por la plataforma para elevar personas, debiendo ello estar debidamente documentado y permitido mediante Declaración CE de Conformidad que indique la idoneidad de la máquina para elevar personas (se deben haber efectuado los ensayos pertinentes con el conjunto máquina-plataforma y en ningún caso por separado o acoplando plataformas a una máquina que no esté certificada para elevar personas).

Pueden ser fijas o giratorias y disponen de estabilizadores hidráulicos.

Hay que tener cuidado en comprobar que la máquina a la cual se acople la plataforma (jaula) para elevar personas esté diseñada y certificada para tal fin, pues puede ocurrir que mecánicamente la plataforma se pueda acoplar a otras máquinas del propio fabricante que no están diseñadas para elevar personas.

Pueden alcanzar una altura de 30 m, con carga total de 800 kg, pudiendo llegar a medir la plataforma para personas hasta 6 m de longitud.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.5.9 GRÚA SOBRE CAMIÓN CON PLATAFORMA

Este tipo de camión con grúa incorporada también puede ser utilizado como plataforma elevadora para personas, siempre que cumpla con lo dispuesto en la NORMA UNE-EN 280 (aparte de la normativa propia de la grúa).

El conjunto formado por grúa y cesta debe venir debidamente certificado y marcado (para elevar personas) desde la fábrica, debiendo constar de:

- Declaración CE de conformidad.
- Marcado CE.
- Certificado de características.
- Certificado de cumplimiento de norma UNE-EN 280.
- Manual de instrucciones.

El taller instalador de la grúa sobre el vehículo debe confeccionar el "Expediente Técnico de Montaje" de la unidad COMPLETA (vehículo, grúa y cesta) con el correspondiente "Certificado de Montaje", marcado CE y Declaración CE de Conformidad, que garantice el cumplimiento de las diferentes Normas (UNE-EN 12999 –Grúas cargadoras, UNE-EN 280 –Plataformas elevadoras móviles de personal).

Deben disponer, entre otros, de los siguientes elementos:

- Mandos, con pulsador de emergencia, situados en la cesta.
- Bomba de emergencias (para descenso de la plataforma).
- Sensores para asegurar la extensión y apoyo de los estabilizadores (de todos los que tenga, ya que aparte de los propios de la grúa puede ser necesario colocar al camión estabilizadores suplementarios).
- Panel de mando con selector de llave para utilizar la grúa estándar para cargas o la grúa con cesta para personas.
- Cesta con sistema automático de nivelación (inclinación siempre inferior a 5º).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



Plataforma de tijera



Plataforma telescópica



Plataforma sobre camión



Plataforma elevadora vertical telescópica



Máquinas mixtas con posibilidad de elevar cargas y personas



Mandos de acción continuada



Mando de acción continuada

7.5.9.1 *Equipos de protección individual en el uso de medios auxiliares para trabajos temporales en altura*

- Casco de seguridad certificado
- Botas de seguridad (según casos).
- Ropa de trabajo.
- Trajes para ambientes lluviosos.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Arnés de seguridad anticaída

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.6 TALADRO PORTÁTIL

7.6.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

- Taladros accidentales en las extremidades
- Riesgo por impericia
- Contactos eléctricos indirectos
- Caídas al mismo nivel por tropiezo

7.6.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los taladros tendrán siempre doble aislamiento eléctrico y sus conexiones se realizarán mediante manguera antihumedad, a partir de un cuadro secundario, dotada con clavijas macho-hembra estancas.
- Se prohibirá terminantemente depositar el taladro portátil en el suelo o dejarlo abandonado estando conectado a la red eléctrica. Los taladros sólo serán reparados por personal especializado, estando prohibido desarmarlos en el tajo.

7.6.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUALES

- Calzado de seguridad,
- Gafas anti-proyecciones y
- Guantes de cuero.

7.7 VIBRADORES DE HORMIGÓN.

7.7.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Pisadas sobre objetos punzantes
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a contactos eléctricos
- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas
- Exposición a vibraciones

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7.7.2 MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Antes de comenzar a trabajar:

- Está prohibido el uso del vibrador, por un mismo operario, durante tiempo prolongado.
- Conexión eléctrica con clavija reglamentaria.
- Las mangueras de alimentación estarán en buen uso.
- Toma de tierra o doble aislamiento.
- Cuando se vibre en zonas que queden próximas a la cara, se usarán gafas para proteger de las salpicaduras.
- Verificar la existencia de protecciones colectivas efectivas (barandillas, redes, etc.) cuando se deban realizar trabajos en altura (más de 2 m) o próximos al borde de zanjas, huecos, etc.
- Emplear andamios, torres de trabajo móviles, plataformas, etc. dotadas de barandillas. Nunca se debe trabajar encaramado sobre muros, pilares, paneles de encofrar, salientes, etc.
- Verificar antes de acceder a la zona de vibrado que el sistema de encofrado se encuentra en buen estado (verticalidad, nivelación, sujeción de puntales, etc.).
- Evitar trabajar en el interior de zanjas. Cuando sea posible, emplear plataformas de trabajo dispuestas perpendicularmente a la zanja con una anchura mínima de 60 cm
- Cuando la iluminación natural sea insuficiente, deberá paralizarse el trabajo si no existe una iluminación artificial que garantice una adecuada visibilidad en el lugar de trabajo.
- No utilizar la máquina a la intemperie bajo condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve, etc.)
- No utilizar nunca la máquina en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.)
- Situar el motor en una superficie estable, nivelada, lo más limpia y seca posible y libre de materiales y objetos.
- Evitar situar la unidad motriz cerca del borde de estructuras o zanjas. En caso necesario, se deberán utilizar abrazaderas o elementos similares para asegurarla.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Situar la unidad motriz en una zona libre de proyecciones de agua, hormigón, etc.
- Verificar siempre la continuidad del cable de tierra.
- Para vibradores eléctricos:
    - Mantener el cable eléctrico desenrollado y alejado del calor, charcos de agua o aceite, aristas vivas o partes móviles. Proteger el cable eléctrico cuando discurra por zonas de paso de trabajadores o vehículos. Mantener elevado el cable siempre que sea posible.
    - Antes de conectar la máquina a la toma de corriente, verificar que la tensión y frecuencia coinciden con las indicadas en su placa de características.
    - La conexión se debe realizar mediante clavijas estancas de intemperie. No realizar conexiones directas hilo-enchufe. No sobrecargar el enchufe empleando adaptadores.
    - Comprobar que el punto de alimentación eléctrica dispone de interruptor diferencial, interruptor magneto térmico y base con toma de tierra. No anular nunca estos dispositivos.
    - El interruptor diferencial podrá ser de baja sensibilidad (300 mA) siempre que todas las masas de la máquina estén puestas a tierra, siendo esta inferior a 80 ohmios. En caso contrario, el interruptor diferencial deberá ser de alta sensibilidad (30 mA). En caso de desconocer si la conexión a tierra es adecuada, consultar a un electricista.
    - Cuando se empleen alargaderas, comprobar que son de la sección adecuada y que están provistas de hilo de tierra.
    - Para vibradores neumáticos
    - Emplear mangueras y conexiones del tamaño correcto, adecuadas a la presión y caudal de trabajo y con un grado de resistencia física acorde a la zona de uso.
    - No utilizar presillas, alambres o similares para acoplar mangueras neumáticas

Trabajando con la maquina:

- Antes de poner en marcha el motor, comprobar que tanto la manguera de transmisión como la aguja vibrante están correctamente fijadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En caso de tener que roscar la tuerca de sujeción de la manguera, no olvidar retirar las llaves de ajuste.
- Una vez conectado el cable, pulsar el interruptor de puesta en marcha del motor.
- Una vez puesto en marcha el motor, no mantener funcionando la aguja fuera del hormigón más de 2 minutos.
- No parar la aguja durante la operación de vibrado.
- Introducir verticalmente en el hormigón la aguja en toda su longitud.
- No forzar la aguja dentro del hormigón. Manejar la manguera de transmisión del vibrador sin estirar o dar tirones bruscos.
- Mantenerla lo más extendida posible, evitando la formación de curvas pronunciadas.
- No emplear el vibrador para arrastrar hormigón horizontalmente
- Evitar que la aguja vibrante esté funcionando en contacto con objetos sólidos durante largos periodos de tiempo.
- Mantener la aguja vibrando a una distancia mínima de 7 cm de la pared de los paneles de encofrar.
- No mojar el motor de la máquina ni manipularlo con las manos mojadas.
- Evitar usar la máquina de forma continuada por un mismo operador durante largos períodos de tiempo.
- Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos por la máquina.
- Es recomendable establecer períodos de descanso.
- Agarrar la manguera de transmisión con la menor fuerza posible, siempre compatible con un uso seguro.
- No limitar el movimiento de la máquina durante su utilización.
- Cuando se trabaje en ambientes fríos, se recomienda utilizar guantes para mantener las manos lo más calientes posibles, ya que se reducirán los efectos de las vibraciones.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Al finalizar el vibrado, sacar lentamente la aguja del hormigón con movimientos hacia arriba y abajo.
- Pulsar el interruptor de parada para detener el motor.
- No tocar la aguja vibrante inmediatamente después de haber finalizado el trabajo.
- Esperar un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado
- La limpieza general de la máquina deberá llevarse a cabo con el motor parado.
- Emplear agua a baja presión evitando apuntar directamente al motor con el chorro
- Al final de la jornada, guardar la máquina en un lugar seguro donde no pueda ser usada por personal no autorizado.
- Guardar la máquina en un lugar limpio, seco y protegido de las inclemencias del tiempo.
- Para vibradores eléctricos:
    - Antes de conectar el cable eléctrico a la toma de corriente, verificar que el interruptor de puesta en marcha del motor está apagado.
    - A continuación, desconectar el cable eléctrico de la toma de corriente.
    - A continuación, desconectar la manguera de transmisión del motor.
- Para vibradores neumáticos:
    - Verificar en primer lugar que la presión de trabajo del compresor y el caudal de aire suministrado son compatibles con las especificaciones técnicas del equipo.
    - Antes de abrir la válvula de salida de aire del compresor, comprobar que la manguera neumática se encuentra correctamente acoplada al compresor y que la válvula del equipo permanece cerrada.
    - Para poner en marcha el equipo, abrir lentamente en primer lugar la válvula de salida de aire del compresor, sujetando al mismo tiempo la manguera neumática.
    - A continuación, abrir la válvula de paso de aire de la manguera del equipo
    - El cambio de aguja deberá realizarse con la válvula de salida de aire del compresor cerrada y sin presión en la manguera.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No doblar la manguera para cortar el aire
- Antes de desconectar la manguera del compresor, hacer funcionar el equipo unos segundos para descargar la presión en el interior de la manguera.
- No abandonar nunca el equipo con la manguera cargada con aire a presión

▪ Para vibradores con motor de combustión:

- Sólo se podrá trabajar con la máquina en lugares cerrados (interior de naves, túneles, etc.) cuando se pueda garantizar que se mantendrá una ventilación adecuada y suficiente durante la realización del trabajo. En tal caso, deberá detenerse el motor cuando no se emplee la máquina.
- No utilizar nunca la máquina en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.).
- Evitar que los gases de escape puedan incidir sobre cualquier trabajador.

7.7.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:

- Usar ropa de trabajo con puños ajustables. No es recomendable llevar colgantes, cadenas, ropa suelta, etc. que puedan engancharse con elementos de la máquina.
- Calzado de seguridad. Su uso es obligatorio en una obra. Deberá poseer suela antiperforante/antideslizante.
- Botas de goma. Su uso será obligatorio cuando se tenga que trabajar con los pies dentro del hormigón.
- Gafas de protección. Su uso será obligatorio al vibrar en zonas que queden próximas a la cara, ya que existen riesgos de proyección de partículas y de salpicaduras de lechada de hormigón a los ojos.
- Guantes de goma. Se usarán para evitar el contacto entre la piel y la lechada de hormigón y para reducir los efectos perjudiciales de las vibraciones.
- Casco de protección. Será obligatorio cuando exista riesgo de caída de objetos o de golpes en la cabeza.
- Protectores auditivos. Será obligatorio cuando el valor de exposición a ruido (LAeq,d) supere los 87 dB(A)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 ACTIVIDADES DE PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Las actividades de puesta en marcha y arranque se refieren a una serie de pruebas, trabajos y ensayos que deben realizarse antes de entregar la planta al cliente, para garantizar todas las garantías de su correcto funcionamiento.

Enfoque:

- Alimentación del cuadro de distribución
- Alimentación del transformador principal, transformador auxiliar y componentes.
- Fuente de alimentación temporal y permanente.
- Pruebas funcionales y preoperativas.
- Pruebas de presión.
- Verificación del soporte.
- Pruebas de lógica y señal.
- Pruebas de circuito (frío y caliente).
- Puesta en marcha de componentes y sistemas.

8.1 PUESTA EN MARCHA DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Riesgos asociados con esta actividad:

- Objetos que caen durante la operación.
- Objetos que caen.
- Pisar objetos.
- Colisión e impacto con objetos fijos.
- Colisión e impacto con objetos en movimiento.
- Lesiones por ser golpeado o cortado por objetos o herramientas.
- Salpicaduras de escombros o partículas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Contacto térmico.
- Contacto eléctrico.
- Contacto con sustancias corrosivas o peligrosas.
- Vuelco mecánico.
- Explosión.
- Fuego.
- Ruido
- Otros

Reglamentos de seguridad y medidas preventivas

Medidas correctivas y/o preventivas:

Cumpliremos con el Real Decreto 614/2001 sobre las disposiciones mínimas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores frente a riesgos eléctricos, particularmente las disposiciones relativas a la operación, medición, prueba y verificación en el Anexo IV.

- Antes de comenzar cualquier trabajo eléctrico, se deben seguir las cinco reglas de oro:
    - Asegúrese de que todas las fuentes de voltaje visibles estén desconectadas cuando se abran.
    - Los dispositivos de desconexión deben tener mecanismos de enclavamiento y bloqueo en el controlador.
    - Confirme que no hay voltaje presente.
    - Conecte a tierra y haga un cortocircuito en las instalaciones que se están operando.
    - Aísle todos los componentes vivos adyacentes.
- Cumpliremos con los procedimientos de trabajo del departamento de puesta en marcha.
- Seguiremos las instrucciones de operación indicadas en los procedimientos de seguridad del sitio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Todo el equipo utilizado para la puesta en marcha (varillas aisladas, taburetes aislados, multímetros, "megóhmetros", etc.) debe estar debidamente calibrado.

- Durante las pruebas, el área de trabajo debe estar debidamente señalizada y se deben tomar las medidas de seguridad adecuadas para proteger al personal y al equipo. Cuando la tensión de trabajo supere los 1000 voltios, se deben establecer advertencias de peligro de alta tensión alrededor del área de trabajo para evitar riesgos para el personal.

- Todos los pre-chequeos del equipo (limpieza, estado de la pintura, sellado, apriete de tornillos, secuencia de fases y configuración de colores, etc.) deben completarse antes de encender el equipo.

- Confirme que el equipo y sus componentes han sido debidamente probados en la fábrica.

- Verifique si todo el equipo ha sido etiquetado correctamente.

- Para las baterías, verifique si los interruptores automáticos de cada batería y su correspondiente caja de distribución de CC están en la posición de apagado, y no los cierre sin notificación previa.

- La sala donde se encuentran las baterías debe estar bien ventilada y equipada con las instalaciones de seguridad necesarias (estación de lavado de ojos, agua de lavado, etc.).

- En el rectificador, verifique si los siguientes componentes están en la posición de apagado, y no los cierre sin notificación previa:

    - Equipar cada rectificador con un interruptor automático.

    - Equipar el armario de distribución de CC con un interruptor automático.

    - La salida del armario de distribución de CC está equipada con un interruptor automático.

- En los interruptores automáticos, contactores y transformadores de voltaje y corriente, verifique si el devanado de alta tensión del transformador auxiliar de suministro de bus de media tensión está desenergizado, y asegúrese de que no haya posibilidad de restaurar el voltaje sin notificación previa.

- Durante la prueba del transformador del sistema de baja tensión:

    - Verifique si los dispositivos de protección eléctrica están en condiciones de funcionamiento y correctamente ajustados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Verifique si la carcasa del transformador está conectada a tierra.
- Verifique que el devanado de alta tensión del transformador esté desenergizado y que no haya posibilidad de restaurar la tensión sin previo aviso.

- Pruebas de transformadores de alta tensión:
  - La conexión a tierra de la carcasa metálica del transformador ha sido realizada.
  - Confirme que el transformador esté apagado y que todas las partes energizadas estén desenergizadas.
  - Verifique si el punto neutro del transformador (conexión en estrella) está conectado a tierra.
  - Verifique que el aislante de porcelana del terminal esté limpio.
  - Verifique si el sistema de protección contra incendios del transformador está operativo.
  - Verifique si la válvula de seguridad está operativa.
  - Al utilizar un "megóhmetro" para medir la resistencia de aislamiento del equipo que se va a poner en marcha, todos los componentes del sistema que puedan ser contactados accidentalmente y causar una descarga eléctrica deben ser identificados adecuadamente.
  - Verifique que el sistema no pueda ser alimentado por otras fuentes de voltaje y descargue adecuadamente el circuito antes y después de cada medición.
  - Confirme que el equipo de seguridad en la sala de máquinas está disponible y que el sistema de protección contra incendios está operativo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES VÍA AÉREA

9.1 MEDIDAS DE CARÁCTER ORGANIZATIVO

- Implementar las medidas necesarias para minimizar el contacto entre las personas trabajadoras y entre estas últimas y los potenciales clientes o público que puedan concurrir en su lugar de trabajo. En este sentido, la disposición de los puestos de trabajo, la organización de la circulación de personas y la distribución de espacios (mobiliario, estanterías, pasillos, etc.) en el centro de trabajo debe modificarse, en la medida de lo posible, con el objetivo de garantizar el mantenimiento de la distancia de seguridad de 2 metros.

- Establecer planes de continuidad de la actividad ante un aumento de las bajas laborales del personal o en un escenario de incremento del riesgo de transmisión en el lugar de trabajo, con un proceso de participación y acuerdo con la representación legal de los trabajadores.

9.1.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL

La forma óptima de prevenir la transmisión es usar una combinación de todas las medidas preventivas, no solo Equipos de Protección Individual (EPI). La aplicación de una combinación de medidas de control puede proporcionar un grado adicional de protección. Los Equipos de Protección Individual recomendados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo son las mascarillas, la ropa de protección y los guantes.

9.1.2 TRABAJADOR ESPECIALMENTE SENSIBLE

El servicio sanitario del SPRL debe evaluar la presencia de personal trabajador especialmente sensible en relación a la infección de coronavirus SARS-CoV-2, establecer la naturaleza de especial sensibilidad de la persona trabajadora y emitir informe sobre las medidas de prevención, adaptación y protección. Para ello, tendrá en cuenta la existencia o inexistencia de unas condiciones que permitan realizar el trabajo sin elevar el riesgo propio de la condición de salud de la persona trabajadora.

Con la evidencia científica disponible a fecha 8 de abril de 2020, el Ministerio de Sanidad ha definido como grupos vulnerables para COVID-19 las personas con diabetes, enfermedad cardiovascular, incluida hipertensión, enfermedad pulmonar crónica, inmunodeficiencia, cáncer en fase de tratamiento activo, embarazo y mayores de 60 años.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Para calificar a una persona como especialmente sensible para SARS-CoV-2, debe aplicarse lo indicado en el primer párrafo. Esa evaluación es la única actividad técnica que podrá servir de base para tomar las decisiones técnico-preventivas adaptadas a cada caso.

9.1.3 ESTUDIO Y MANEJO DE CONTACTOS

El servicio sanitario del servicio de prevención de riesgos laborales llevará a cabo una evaluación individualizada del riesgo y de las tareas a realizar por la persona trabajadora crítica de un operador de servicios esenciales, teniendo en cuenta los factores de vulnerabilidad y especial sensibilidad de la persona trabajadora. Se considerarán contactos a los definidos como tales en el Procedimiento de actuación frente a enfermedad por SARS-CoV-2 (COVID-19).

PLAN DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

Todo el personal que trabaje en la obra habrá pasado un reconocimiento médico en un plazo inferior a 1 año y que será repetido anualmente o con la periodicidad que estime el servicio de vigilancia de la salud.

9.2 MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

En los almacenamientos de obra:

Normalmente y por motivos de funcionalidad organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que ha de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.

En la maquinaria:

La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

En el trasvase de combustible:

Los operarios de trasvase de combustibles han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra ó arena para empapar el suelo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La prohibición de fumar ó encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.

Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

Cuando se realice el trasvase de combustible desde la cisterna de abastecimiento a las diferentes máquinas se hará con puesta a tierra, colocando una pinza unida a la estructura de la cisterna y en el otro extremo una pica de puesta a tierra.

Protección de los trabajos de soldadura:

En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, a ser posible mojada.

Se dispondrá siempre de un extintor cercano en aquellas zonas donde se efectúen soldaduras

Protección ante proyecciones durante cortes:

En los trabajos de corte con radial o sierra circular y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento.

Se dispondrá siempre de un extintor cercano en aquellas zonas donde se efectúen cortes que puedan proyectar chispas o focos de ignición.

9.3 RECOMENDACIONES EN CASO DE ACCIDENTE POR CONTACTO ELÉCTRICO CON LÍNEAS EN TENSIÓN.

9.3.1 CAÍDA DE LÍNEA.

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que están sin tensión.

No se debe tocar a las personas en contacto con una línea eléctrica. En el caso de estar seguro de que se trata de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

9.3.2 ACCIDENTE CON MÁQUINAS.

En el caso de contacto de una línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc., sobre cubiertas neumáticas deben observarse las siguientes normas:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El conductor o maquinista:

- Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre de riesgo de electrocución.
- Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si desciende antes, el conductor entra en el circuito línea aérea -máquina - suelo y está expuesto a electrocutarse.
- Si es imposible separar la máquina y, en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, si no que saltará lo más lejos posible de la máquina, evitando tocar ésta.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

Las personas presentes

- Se alejarán del lugar no intentando socorrer de inmediato a los accidentados si los hubiera.
- Si el contacto con la línea persiste o se ha roto algún cable, avisarán a la Cía. eléctrica para que desconecte la línea.
- Si hay accidentados solicitarán ayuda médica y ambulancia.

Normas generales de actuación.

- No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
- Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos, para asegurar que los valores de la tensión de paso concéntricos al punto en que la máquina o línea hace tierra pudieran dar lugar a gradientes de potencial muy peligrosos.
- Advertir a las otras personas que se encuentran fuera de la zona peligrosa de no acercarse a la máquina.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.3.3 AUXILIO A LOS ACCIDENTADOS

En líneas de alta tensión

- Únicamente cuando el contacto con la línea haya cesado.
- Si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica la haya desconectado.
- Aunque aparentemente la corriente haya cesado (al no apreciarse chisporroteos en los cables), volverá a aparecer al cabo de pocos minutos, puesto que automáticamente las líneas vuelven a conectarse después de un fallo.

En líneas de baja tensión

- Si persiste el contacto o hay cables caídos podrán socorrerse usando objetos aislantes: palos de madera, improvisando guantes aislantes mediante bolsas de plástico, etc.

9.4 ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS

En sitio bien visible, para conocimiento del personal, especialmente los mandos intermedios y medios, se dispondrá una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros Médicos asignados para urgencias, así como las direcciones de ambulancias, para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

9.5 MEDIAS DE EMERGENCIA

El Plan de Emergencia tiene por objeto, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, determinar las acciones y medidas necesarias que deberán adoptarse en caso de accidente o situación de emergencia, fijándose en el personal encargado de llevar a cabo las distintas actividades. Comprende la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendio o de cualquier otra emergencia equivalente, así como garantizar la evacuación y la intervención inmediata en el centro de trabajo objeto de este plan.

En todas y cada una de las fases de obras se deberá garantizar que existe una vía de evacuación libre de obstáculos y materiales.

9.5.1 EXTINTORES (NORMAS DE SEGURIDAD)

Para que un extintor sea eficaz ha de observarse escrupulosamente las 3 normas fundamentales siguientes:

- El extintor debe estar bien situado y perfectamente verificado y mantenido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Debe de haber siempre personas que conozcan su manejo.
- Su empleo debe ser muy rápido; sólo son eficaces en los primeros conatos de incendio.

El agente extintor se elegirá en función del tipo de fuego a extinguir. Los fuegos se dividen en las clases siguientes:

- Clase "A": Fuegos en material sólidas con formación de brasas.
- Clase "B": Fuegos de líquidos ó sólidos licuables.
- Clase "C": Fuegos de gases.
- Clase "D": Fuego de metales.
- Clase "E": Fuegos en presencia de tensión eléctrica.

Generalmente el más empleado es el del polvo polivalente, si bien tiene el inconveniente de que puede deteriorar las máquinas o instalaciones muy delicadas. Para casos especiales el agente extintor se elegirá siguiendo las recomendaciones de la casa suministradora.

Los extintores sólo se podrán adquirir y recargar en las casas autorizadas y homologadas por la Empresa.

En esta obra se va a disponer de al menos 1 extintor de polvo polivalente, que se situará en la zona de trabajo, debidamente señalizado en lugar de fácil acceso y buena visibilidad.

Normas de utilización de un extintor portátil

El usuario de un extintor de incendios para conseguir una utilización de este mínimamente eficaz, teniendo en cuenta que su duración es aproximadamente de 8 a 60 segundos según tipo y capacidad del extintor, tendría que haber sido formado previamente sobre los conocimientos básicos del fuego y de forma completa y lo más práctica posible, sobre las instrucciones de funcionamiento, los peligros de utilización y las reglas concretas de uso de cada extintor.

Como se ha visto anteriormente, en la etiqueta de cada extintor se especifica su modo de empleo y las precauciones a tomar. Pero se ha de resaltar que en el momento de la emergencia sería muy difícil asimilar todas las reglas prácticas de utilización del aparato.

Dentro de las precauciones generales se debe tener en cuenta la posible toxicidad del agente extintor o de los productos que genera en contacto con el fuego. La posibilidad de quemaduras y daños en la piel por demasiada proximidad al fuego o por reacciones químicas peligrosas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Descargas eléctricas o proyecciones inesperadas de fluidos emergentes del extintor a través de su válvula de seguridad. También se debe considerar la posibilidad de mecanismos de accionamiento en malas condiciones de uso.

Antes de usar un extintor contra incendios portátil se recomienda realizar un cursillo práctico en el que se podría incluir las siguientes reglas generales de uso (ver fig. 6):

- Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta o asa fija y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.
- Asir la boquilla de la manguera del extintor y comprobar, en caso de que exista que la válvula o disco de seguridad (V) está en posición sin riesgo para el usuario. Sacar el pasador de seguridad tirando de su anilla.
- Presionar la palanca de la cabeza del extintor y en caso de que exista apretar la palanca de la boquilla realizando una pequeña descarga de comprobación.
- Dirigir el chorro a la base de las llamas con movimiento de barrido.
- En caso de incendio de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido evitando que la propia presión de impulsión provoque derrame del líquido incendiado. Aproximarse lentamente al fuego hasta un máximo aproxima do de un metro.

9.6 CONSIGNAS DE SEGURIDAD

Encargado

En caso de accidente o alarma

- PRESTAR asistencia al herido.
- REQUERIR el transporte y ordenar el traslado del herido a un centro sanitario, si fuese necesario, previo informe del equipo de primeros auxilios.
- ACOMPAÑAR al herido al centro sanitario.
- REDACTAR un informe de las causas, proceso y consecuencias.

Si se detecta un incendio

- Recibir información y Comprobar y valorar la emergencia.
- Intentar extinguir el incendio.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Coordinar y dirigir la lucha contra la emergencia con los medios propios.
- Ordenar la evacuación designado la vía o vías de evacuación.
- Ordenar la desconexión de las instalaciones generales de obra.
- Solicitar ayuda externa y Asegurarse de que los bomberos han sido avisados.
- Ordenar y coordinar a todos los equipos de los trabajadores.
- Realizar un control de personal en el área de concentración.
- Salir a recibir e informar a las ayudas externas
- Colaborar en la dirección del control de emergencia.
- REDACTAR un informe de las causas, del proceso y de las consecuencias de la emergencia.

Todo el personal de obra.

Si se detecta un accidente

- Prestar asistencia al herido.
- Alertar al encargado.

Si se detecta un incendio

- Alertar al encargado
- Detallar el lugar, naturaleza y tamaño de Emergencia.
- Comprobar que recibe un aviso.
- Utilizar inmediatamente el extintor más cercano.

En caso de alarma

- Mantener el orden
- Atender las indicaciones del Encargado.
- No rezagarse a recoger objetos personales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Salir ordenadamente y sin correr de la zona de riesgo
- No hablar durante la evacuación
- Realizar la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- Dirigirse al lugar de concentración fijado y permanecer en él hasta recibir instrucciones. Por defecto serán las casetas de obra

9.7 SECUENCIA DE ACTUACIÓN ANTE UN ACCIDENTE

En cualquier accidente debemos ACTIVAR EL SISTEMA DE EMERGENCIA. Para ello recordaremos la palabra P.A.S., que está formada por las iniciales de tres actuaciones secuenciales para empezar a atender al accidentado:

Los Primeros auxilios son aquellos gestos o medidas que se adoptan inicialmente con un accidentado o enfermo repentino, en el mismo lugar de los hechos, hasta que se pueda obtener una asistencia especializada.

De esta actuación dependerá la evolución de la persona.

OBJETIVOS

- Evitar la muerte.
- Impedir que se agrave la lesión.
- Aliviar el dolor.
- Evitar infecciones o lesiones secundarias.
- Ayudar o facilitar la recuperación del lesionado.

DECÁLOGO DEL SOCORRISTA

- Conocimientos básicos.
- Observar la situación antes de actuar.
- Tranquilidad y rapidez: actuación rápida pero serena, dominando la situación y evitando el pánico.
- No mover al accidentado sin saber antes lo que tiene: examinar bien al herido, sin tocarle innecesariamente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- No hacer más que lo indispensable.
- Jamás dar de beber o comer a un accidentado.
- Abrigar al herido.
- Tranquilizar y animar al accidentado, transmitiéndole seguridad en nuestra actuación.
- Al accidentado se le deberá TRATAR, que no trasladar, CON URGENCIA.
  1.- ¡ATENCIÓN! El Socorrista también debe protegerse (guantes, protectores en el boca a boca…).

LA CONDUCTA "P A S"

1. **PROTEGER EL LUGAR DE LOS HECHOS**.

- Protección del accidentado y del socorrista.
- Es preferible alejar el peligro que movilizar al accidentado.
- Fugas de gas: cortar el gas, no encender fuego, no fumar.
- Coche: quitar contacto, aparcar bien, señalizarlo.
- Electricidad: desconectar la corriente antes de tocar al accidentado.

2. **AVISAR A LOS SERVICIOS DE SOCORRO: 112**

Informar correctamente sobre:

- Lugar exacto.
- Tipo de accidente.
- Número de heridos y situación.
- Identificarse.
- Colgar en último lugar.

3. **SOCORRER: APLICAR LOS CONOCIMIENTOS.**

- Actuar siguiendo un orden de prioridades:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 1º Salvar la vida.
- 2º Evitar que se agraven las lesiones.
- Organizar: alejar a los curiosos, dar instrucciones.

9.8 PRIMEROS AUXILIOS

A continuación, se detallan los procedimientos de actuación en caso de emergencias médicas:

9.8.1 HERIDAS

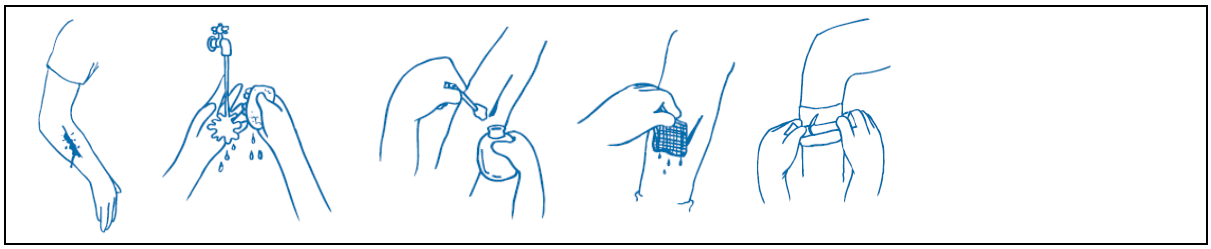
Actuación.

- Lavarse las manos.
- Colocarse unos guantes.
- Limpiar la herida con agua y jabón.
- Secar la herida con gasa desde el centro hacia la periferia de esta
- Desinfectar la herida con un antiséptico.
- Cubrirla con gasa y esparadrapo.
- Retirar guantes y lavarse las manos.
- Advertir la vacunación antitetánica.
- Solicitar valoración sanitaria ante heridas profundas y vacunación antitetánica.

Que no Hacer

- Emplear algodón, pomadas, polvos, etc., sobre la herida.
- Manipulaciones innecesarias de la herida.
- Limpiar la herida con manos, trapos, pañuelos, etc., sucios.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



9.8.2 AMPUTACIONES TRAUMÁTICAS

Actuaciones Sobre la extremidad Afectada

- Seguir el protocolo de actuación ante heridas.
- Contemplar la posibilidad de hemorragias importantes.
- Mantener el miembro elevado.

Actuaciones sobre le miembro amputado.

- Envolver el miembro con gasas estériles.
- Introducirlo en una primera bolsa y cerrarla.
- Introducir la bolsa anterior en una segunda bolsa que contenga hielo y un poco de agua.
- TRASLADAR AL HERIDO Y EL MIEMBRO AMPUTADO DE FORMA URGENTE A UN CENTRO HOSPITALARIO.

9.8.3 HEMORRAGIAS

Actuación.

- Lavarse las manos.
- Colocarse los guantes.
- Detener la hemorragia:

1ª Opción: COMPRESIÓN DIRECTA DEL PUNTO SANGRANTE.

- Comprimir directamente la zona que sangra, con gasas o pañuelos limpios.
- Mantener la compresión entre 5 y 10 minutos, sin retirar nunca el apósito.
- Si sigue sangrando, añadir más gasas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Mantener siempre el miembro elevado.
- Sujetar las gasas con vendaje compresivo.

2ª Opción: COMPRESIÓN DE LA ARTERIA SOBRE EL HUESO SUBYACENTE.

Si a pesar de lo anterior, persiste la hemorragia, realizar compresión directa sobre la arteria correspondiente a la zona del sangrado y siempre por encima de la misma, con:

- Si la hemorragia es en el brazo: Compresión con la yema de los dedos sobre la arteria humeral.
- Si la hemorragia es en la pierna: Compresión con el talón de la mano sobre la arteria femoral.

Qué no Hacer.

- Quitar gasas empapadas.
- Se deben evitar los torniquetes.

9.8.4 CUERPOS EXTRAÑOS.

En los ojos

Actuación.

- Hacer uso de lava ojos. Lavar el ojo con un chorro continuo de agua a presión durante 20 min.
- Cubrir el ojo con gasa estéril y enviar a un centro sanitario.

Qué no Hacer.

- Frotar el ojo.
- Usar objetos punzantes para extraer el cuerpo extraño.
- Realizar manipulaciones innecesarias.
- Manipular el ojo para extraer un cuerpo extraño que está clavado en el globo ocular.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



En la nariz y los oídos

No tocarlos y acudir a un centro sanitario.

9.8.5 EPÍTASIS

Consiste en una hemorragia por la nariz.

Actuación.

- Colocarse unos guantes.
- Efectuar presión directa con dos dedos sobre la ventana nasal sangrante y contra el tabique nasal, manteniendo dicha presión durante 5 minutos (de reloj) y siempre con la cabeza inclinada hacia delante.
- Pasados los 5 minutos, se aliviará la presión para comprobar que la hemorragia ha cesado. De no ser así, se introducirá una gasa impregnada con un poco de agua oxigenada por la fosa nasal sangrante.
- Si a pesar de toda la hemorragia no cesa, acudir a un centro sanitario, sin quitar la torunda de gasa.
- No sonarse la nariz.

9.8.6 QUEMADURAS

Quemaduras Térmicas por Calor o llama

Actuación.

- Lavarse las manos.
- Retirar relojes, pulseras, anillos, etc.
- Exponer la zona quemada bajo el chorro de agua fría durante 10 minutos (de reloj).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cubrir la zona con gasas estériles, a ser posible empapadas con suero fisiológico o agua.
- Elevar la zona afectada.
- En grandes quemados, cubrirlos con mantas.
- Acudir a un centro sanitario.

Qué no Hacer.

- Aplicar pomadas.
- Aplicar remedios caseros.
- Utilizar hielo o agua helada.
- Romper ampollas.
- Utilizar antisépticos con colorantes.
- Correr en caso de que el cuerpo esté en llamas.
- Arrancar la ropa pegada al cuerpo por la quemadura.

Quemaduras Químicas (por productos químicos)

Actuación.

- Lavar abundantemente con agua (ducha de cuerpo entero, ducha lavaojos, grifo de lavabo, etc. según cada caso), al menos durante 20 o 30 minutos.
- En caso de quemaduras con betún no retirar la capa de betún puesto que crea una capa antiséptica sobre la piel evitando infecciones. No retira la ropa si esta está pegada al cuerpo.
- Acudir a un centro sanitario.

9.8.7 CONGELACIONES

- Calentamiento moderado con agua de la zona afectada.
- Aflojar ropas.
- No frotar la zona con nada.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Acudir a un centro sanitario.

9.8.8 INSOLACIONES

- Apartar a la víctima de la fuente de calor, situándolo en una habitación o lugar fresco y con poca luz.
- Aflojar ropas.
- Aplicar compresas de agua fría.
- Si está consciente, dar de beber líquidos frescos.
- Consultar con los servicios sanitarios.

9.8.9 ACCIDENTES POR ELECTRICIDAD

- Cortar la corriente eléctrica.
- Aislarse al rescatar al herido:
- Apartarlo de la corriente eléctrica con ayuda de una pértiga de material aislante (por ejemplo el palo de madera de una escoba).
- Subirse sobre algo aislante (silla de madera, caja de plástico de refrescos, etc.) para rescatar al accidentado.
- Avisar a los servicios sanitarios.
- Socorrer:
    - Reanimación cardiopulmonar si fuera necesario, en lugar seguro, de forma ININTERRUMPIDA Y DURADERA.
    - Al valorar al herido, tener en cuenta que puede sufrir otras posibles lesiones y actuar en consecuencia.

9.8.10 LIPOTIMIA

- Déficit transitorio del riego sanguíneo cerebral.
- Síntomas: mareo, sudoración, pesadez, debilidad en piernas y pérdida de conocimiento de forma breve.

Actuación:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Ante los primeros síntomas

- Sentarlo con la cabeza entre los muslos o tumbado con los miembros inferiores elevados.
- Aflojarle la ropa.
- Airear el lugar y evitar curiosos.

Ante pérdida de conocimiento

- P.A.S.
- Tumbarlo con los miembros inferiores elevados.
- Colocarlo en posición lateral de seguridad (PLS).
- Proteger tanto del frío como del calor.
- Vigilar constantemente al herido: respiración, pulso.
- Avisar a los servicios sanitarios.

Qué no Hacer.

- Dar de beber o comer al herido.

9.8.11 CONVULSIONES

Actuación.

- P.A.S.
- Dejar que la crisis siga su curso.
- Apartar objetos peligrosos
- Proteger la cabeza.
- Aflojar ropa.
- Si tiene la boca abierta, intentar colocarle algo blando entre sus dientes, para evitar que se muerda la lengua, por ejemplo, un pañuelo, evitando a la vez introducir nuestros dedos en su boca.
- Tras la convulsión, colocarle en Posición Lateral de Seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Qué no Hacer.

- Sujetar a la víctima.
- Taponar la boca.
- Si tiene la boca cerrada, intentar colocarle un objeto entre sus dientes.

9.8.12 OBSTRUCCIÓN DE LAS VÍAS AÉREAS

Obstrucción Incompleta o parcial

La víctima puede hablar, toser y respirar, pero con dificultad.

Actuación.

- Invitarle a toser fuerte.

Qué no Hacer.

- Dar palmadas en la espalda.

Obstrucción Completa

- La víctima no puede toser, hablar ni respirar.
- Se caracteriza porque la víctima se lleva las " manos al cuello".

Actuación: MANIOBRA DE HEIMLICH.

A. ADULTOS CONSCIENTES:

- Nos colocamos detrás de la persona rodeándole con nuestros brazos de atrás a delante y cogiéndonos nuestras manos, sin entrelazar los dedos (a modo de puño), las situamos a la altura de la boca de su estómago y hacemos un movimiento firme de compresión hacia atrás y arriba, para conseguir que expulse el cuerpo extraño.
- Esta maniobra puede realizarse tanto de pie como sentado.

B. ADULTOS INCONSCIENTES

- Tumbar a la persona boca arriba, ladeándole la cabeza.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Nos colocamos a horcajadas sobre él y apoyando una mano sobre la otra, en la línea media situada entre el ombligo y la boca del estómago, presionaremos hacia dentro y hacia arriba, hasta conseguir extraer el cuerpo extraño.

C. OBESOS Y EMBARAZADAS

- La maniobra es la misma, pero teniendo en cuenta que el punto de comprensión es un poco por encima del que se ha reflejado anteriormente (aproximadamente en el punto donde se efectúa el masaje cardíaco).

9.8.13 CONTUSIONES, ESGUINCES Y LUXACIONES

Actuación.

- Aplicar frío local (hielo o paños de agua fría).
- Inmovilizar la zona afectada:
- Vendaje o cabestrillo, dependiendo de la zona a inmovilizar.
- Mantener en reposo y elevada la extremidad afectada.

Qué no Hacer.

- Movilizar la zona o articulación dañada.
- Intentar corregir la deformidad.
- Aplicar pomadas o analgésicos.

9.8.14 FRACTURAS (ROTURA DE HUESOS)

Clasificación

- Cerradas: No rotura de la piel.
- Abiertas: Rotura de la piel.

Actuación

- PAS
- Inmovilizar la fractura antes de mover.
- Inmovilización: en la misma posición que la encontramos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Inmovilizar hueso afectado y las articulaciones cercanas por encima y debajo de la fractura.
- Inmovilización con férulas:
- Quitar los anillos, relojes, etc.
- Improvisar dos férulas (cartón, tabla, …) colocando una a cada lado del miembro afectado.
- Sujetar las férulas con cintas o vendas a varios niveles, de manera firme, pero sin apretar.
- No sujetar en el lugar de la lesión.
- Rellenar los huecos existentes entre la férula y la extremidad, con materiales blandos (gasas, …).
- Fractura abierta: cubrir con apósito la herida y luego inmovilizar.
- Especial cuidado con fracturas cráneo y columna vertebral: No mover.

Que no hacer

- Realizar movimientos innecesarios.

9.8.15 FRACTURAS DE CONSIDERACIÓN IMPORTANTE

D. FRACTURAS DE CRÁNEO

- Se sospechará ante la observación de hemorragia nasal u ótica o salida de líquido transparente (líquido cefalorraquídeo).

E. FRACTURAS DE COLUMNA VERTEBRAL

- Se sospechará si la persona no puede mover alguna extremidad.

Actuaciones en ambas situaciones

- No tocar al accidentado, indicando a la persona que debe permanecer inmóvil.
- Avisar a los servicios sanitarios, para ser trasladado en condiciones adecuadas.
- Permanecer a su lado, controlando consciencia, respiración y pulso.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9.8.16 ACTUACIÓN ANTE INTOXICACIÓN

Ingestión

- Ante la sospecha de intoxicación es de vital importancia conocer el producto causante.
- Llamar al Instituto Nacional de Toxicología: 91.562.04.02.
- No provocar el vómito en caso de cáusticos.
- Trasladarle a un hospital.
- En casos excepcionales: administrar agua albuminosa (seis claras de huevo disuelto en un litro de agua). Dar a cucharadas, como máximo 1/2 litro.

Salpicaduras

- Retirar toda la ropa y joyas.
- Lavado exhaustivo con agua.

Salpicadura en ojo

- Lavado con agua, al menos 20 minutos, del ojo afectado.

9.8.17 INTOXICACIÓN POR INHALACIÓN

Protegerse/Avisar

- Evitar actuar solo.
- Mascarillas.
- Equipos autónomos.
- Trapo húmedo, sujetarse con una cuerda…
- Valorar la causa de intoxicación. Gases pesados y no pesados.

Socorrer

- Retirar al accidentado del ambiente tóxico.
- Administrar oxígeno.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Trasladar a un centro hospitalario.

9.8.18 ACTUACIÓN ANTE DERRAMES ACCIDENTALES

- Se dispondrá en obra de la "Ficha de datos de Seguridad" del combustible/productos químicos almacenados.
- La descarga se realizará, cuando sea posible, sobre la zona hormigonada. Asimismo, esta operación será supervisada por el encargado de obra / instalaciones.
- Disponer de un bidón en el furgón para la recogida de los absorbentes que se puedan utilizar ante un derrame o vertido de producto químico.
- Durante la operación de descarga de combustible se tomarán las siguientes precauciones:
  - El Encargado de Obra / Instalación estará presente en esta operación.
  - Verificar que el área permanezca libre de personas y vehículos ajenos a esta actividad
  - Disponer de un extintor durante la realización de esta operación.
  - Si es preciso se señalizará esta operación.
  - En todo momento, se seguirán las instrucciones del proveedor.
- Mantenimiento adecuado del parque de maquinara. No realización del mantenimiento de la maquinaria en obra.

Se actuará del siguiente modo en caso de derrame accidental, se dispondrá en obra de las fichas de emergencia ambiental:

01	▪ Dar la voz de alarma.	Persona que detecta el accidente
02	▪ Conservar la calma. ▪ Colaborar con el personal designado siguiendo en todo momento sus indicaciones.	Todo el personal

03	▪ Si el derrame se produce en operaciones de descarga, se cerrará la válvula de emergencia de cierre rápido y se corregirá el fallo o se suspenderá de inmediato la operación de descarga.
	▪ Actuación frente a derrames:
	  ▪ Colocar diques de contención en la zona de derrame y taponar las salidas próximas si existiesen
	  ▪ Sobre suelo asfaltado: recogida con absorbentes (si es aplicable) y gestión como residuo peligroso (ITM-02: "Gestión de Residuos").
		Resp. designado:
		1º: Encargado

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

	▪ Sobre suelo desnudo: recogida de la tierra contaminada y gestión como residuo peligroso (ITM-02: "Gestión de Residuos"). ▪ Sobre el agua: recogida con absorbentes específicos para su uso en agua o recogida del agua contaminada con una bomba. Posterior gestión como residuo peligroso (ITM-02: "Gestión de Residuos"). ▪ En caso de que no sea posible el control del derrame por medios propios, comunicarse inmediatamente con las organizaciones relacionadas en el apartado "EN CASO DE ACCIDENTE MEDIOAMBIENTAL, AVISAR A", para que estos asuman las tareas de control del derrame.	
04	Comunicación al Ayuntamiento o a la Confederación Hidrográfica del vertido de combustible / producto peligroso a la red de saneamiento o a un río, respectivamente (los teléfonos se recogen en el apartado "EN CASO DE ACCIDENTE MEDIOAMBIENTAL, AVISAR A").	29 / Jefe de Producción

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUBRIDAD

Si por lejanía a la subestación no se pueden utilizar las instalaciones existentes en la subestación destinadas a higiene y bienestar, se implementarán los siguientes suministros en obra.

10.1 LOCALES DE OBRA

Antes de iniciar la obra, en caso necesario, se instalará:

CASETA/ESPACIO COMEDOR ($2m^2$ y $1m^3$/trabajador	Con mesa, sillas y calienta comidas.
CASETA/ESPACIO VESTUARIOS ($2m^2$/trabajador)	Con taquillas, bancos, perchas y un botiquín de primeros auxilios.
CASETA/ESPACIO ASEOS ($2m^2$/trabajador)	Con Inodoro, ducha, lavabo, espejo, calentador de agua, jabón, papel higiénico...
Inodoros (1Ud./25Trabajadores)	4
Duchas (1Ud./10Trabajadores)	8
Lavabos (1Ud./10Trabajadores)	8
Espejos (1Ud./25Trabajadores)	4
SITUACIÓN	Se situarán en un lugar cercano a la zona de trabajos, el inodoro será un baño químico que se ubicará en la zona cercana a la ejecución de los trabajos, trasladándose según avancen los tajos.

Como algunas veces no coincide la planificación de obra con la realidad, se dispondrá de un listado de las asistencias diarias de los trabajadores, mediante el cual se dimensionarán los locales sanitarios y comunes.

CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA/LUGAR DE ASEO:

En aquellos trabajos sucios o tóxicos se facilitará a los trabajadores los medios de limpieza y asepsia necesarios

Los retretes, con descarga automática de agua corriente y papel higiénico; si el retrete está comunicado con los lugares de trabajo, deberá estar cerrado completamente y tener ventilación al exterior, natural o forzada. No tendrá comunicación directa con los vestuarios.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en las adecuadas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones. Se evitará que las aguas residuales estén cerca de las fuentes de suministro de agua de consumo, alejándolas todo lo posible, evitándose así la contaminación por porosidad o por contacto.; esta agua se acometerá directamente a la red de alcantarillado existente en la zona.

Los aseos estarán dotados de toallas individuales o bien dispondrán de secadores de aire caliente, toallas automáticas o toallas de papel y, en este último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas. Se instalará un espejo de 40 cm x 50 cm. como mínimo y dos jaboneras. Los lavabos tendrán agua caliente y fría. Serán barridos y fregados diariamente con agua y productos desinfectantes y antisépticos. Una vez a la semana se realizará limpieza general de todas las instalaciones.

Los vestuarios dispondrán de asientos e instalaciones que permitan poner a secar, si fuera necesario, la ropa de trabajo de cada operario.

Estas estancias estarán dotadas de luz eléctrica y calefacción.

CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA/LUGAR DE COMEDOR:

Por otra parte, los trabajadores deberán disponer de agua potable, cuestión que se indicará mediante carteles, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. El comedor dispondrá de una mesa con dos bancos de madera, un calienta comidas y un depósito con cierre para el vertido de desperdicios. Su altura mínima de suelo a techo será de 2,60 m. Dispondrán de agua potable para la limpieza de vajillas y utensilios y fregadero con agua corriente. Se mantendrán en buen estado de limpieza, quedando prohibido el almacenaje de víveres durante más de 24 horas

En el vestuario se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín deberá situarse en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado.

Se hará cargo del botiquín, por designación del empresario, la persona más capacitada, que deberá haber seguido con aprovechamiento cursos de primeros auxilios y socorrismo, la cual también se encargará del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, en orden al consumo y caducidad de los medicamentos.

El botiquín tendrá cierre hermético y contará con compartimentos o cajones debidamente señalizados en función de sus indicaciones; en cada uno de los compartimentos serán colocados

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

de forma diferenciada los medicamentos que tienen una acción determinada sobre los componentes de cada aparato orgánico o acción terapéutica común.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11 PRESUPUESTO

La presupuestación del estudio de Seguridad y Salud se encuentra basado en ejecución material y se realiza en base a los conceptos indicados en puntos anteriores.

SEGURIDAD Y SALUD	TOTAL	22.671,00 €
PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS		5.009,00 €
PREVENCIÓN DE INCENDIOS		1.860,00 €
PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA		2.430,00 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR		11.397,00 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS		1.975,00 €

Asciende el presente presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud a la referida cantidad de: **VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y UN EUROS (22.671,00 €).**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12 PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

12.1 CONDICIONES FACULTATIVAS

12.1.1 AGENTES INTERVINIENTES

Son agentes todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vendrán determinadas por lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención con especial referencia a la L.O.E. y el R.D.1627/97.

12.1.1.1 Promotor

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Es el promotor quien ha de contratar a los técnicos coordinadores en Seguridad y Salud tanto en proyecto como en ejecución. Para ello se firmará contrato con los técnicos que defina la duración del mismo, dedicación del coordinador, sistemas de contratación previstos por el promotor y sus limitaciones, forma de pago, motivos de rescisión, sistemas de prórroga y de comunicación entre coordinador y promotor.

Velará por que el/los contratista/s presentan ante la autoridad laboral la comunicación de apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones.

12.1.1.2 Coordinador de seguridad y salud en ejecución

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra es el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las siguientes tareas:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva.
- Realizar el informe para la aprobación del Estudio de Seguridad y salud elaborado por el contratista, por parte del promotor.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- Asegurarse de que las empresas subcontratistas han sido informadas del Estudio de Seguridad y Salud y están en condiciones de cumplirlo.

El Coordinador en materia de seguridad podrá paralizar los tajos o la totalidad de la obra, en su caso, cuando observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud establecidas, dejándolo por escrito en el libro de incidencias. Además, se deberá comunicar la paralización al Contratista, Subcontratistas afectados, Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente y representantes de los trabajadores.

12.1.1.3 Dirección facultativa

Dirección facultativa: el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Asumirá las funciones del Coordinador de Seguridad y Salud en el caso de que no sea necesaria su contratación dadas las características de la obra y lo dispuesto en el R.D. 1627/97.

12.1.1.4 Contratistas y subcontratistas

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

Son responsabilidades del Contratistas y Subcontratistas:

- La entrega al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra de documentación clara y suficiente en que se determine: la estructura organizativa de la empresa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos de los que se dispone para la realización de la acción preventiva de riesgos en la empresa.
- Redactar el Estudio de Seguridad y Salud
- Los Contratistas han de presentar ante la autoridad laboral la comunicación de apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones.
- Aplicar los principios de la acción preventiva según Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Estudio de Seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. Vigilarán el cumplimiento de estas medidas por parte de los trabajadores autónomos en el caso que estos realicen obras o servicios correspondientes a la propia actividad de la empresa contratista y se desarrollen en sus centros de trabajos.
- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los Contratistas y Subcontratistas son los responsables de que las ejecuciones de las medidas preventivas correspondan con las fijadas en el Estudio de Seguridad y Salud.

- Designar los recursos preventivos asignando uno o varios trabajadores o en su caso uno o varios miembros del servicio de prevención propio o ajeno de la empresa. Así mismo ha de garantizar la presencia de dichos recursos en la obra en los casos especificados en la Ley 54/2003 y dichos recursos contarán con capacidad suficiente y dispondrán de medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas. El Estudio de Seguridad y salud identificará los recursos con declaración de formación y funciones.

- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.

- Informar a los representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la ejecución de la obra de las contrataciones y subcontrataciones que se hagan en la misma.

- Garantizar la formación adecuada a todos los trabajadores de nivel productivo, de acuerdo con lo que dispone el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y lo dispuesto en los convenios colectivos de aplicación en los que se establezcan programas formativos y contenidos específicos necesarios en materia de PRL.

12.1.1.5 Trabajadores autónomos

Trabajador autónomo: la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra. Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista a los efectos de la Ley 32/2006 y del RD 1627/97.

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud.

- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales.

- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.

- Deberán cumplir lo establecido en el Estudio de Seguridad y salud.

12.1.1.6 Trabajadores por cuenta ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes se realizarán, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Una copia del Estudio de Seguridad y salud y de sus posibles modificaciones será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Velarán por su propia seguridad y salud y la de las personas que se puedan ver afectadas por su trabajo. Usarán adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad. Utilizarán correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario. No pondrán fuera de funcionamiento y utilizarán correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar. Informarán de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. Contribuirán al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

El incumplimiento de las medidas de seguridad tendrá la consideración incumplimiento laboral según el Estatuto de los Trabajadores.

12.1.1.7 Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.

Los fabricadores, importadores y suministradores de productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo están obligados a envasar y etiquetar los mismos de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad y se identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten.

Deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado.

Los fabricantes, importadores y suministradores de elementos para la protección de los trabajadores están obligados a asegurar la efectividad de estos, siempre que sean instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por ellos. A tal efecto, deberán suministrar la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de su uso y mantenimiento.

Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

12.1.1.8 Formación en prevención, seguridad y salud

La formación de los trabajadores de nivel productivo, de acuerdo con lo que dispone el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, tiene que ser teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva, debe estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador/a, tiene que adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros riesgos nuevos y repetirse periódicamente si fuera necesario.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las empresas acogidas a convenios colectivos en los que se establezcan programas formativos y contenidos específicos necesarios en materia de PRL para los trabajos de cada especialidad deberán acreditar que los recursos humanos que intervengan en obras, han recibido la formación mínima exigida en el convenio colectivo aplicable, de acuerdo con los programas formativos y contenidos específicos para los trabajos de cada especialidad, sin perjuicio de la obligación legal del empresario de garantizar la formación de cada trabajador conforme a lo dispuesto en el artículo 19 de la LPRL. Esta formación estará acreditada por la Tarjeta Profesional de la Construcción u otro documento o certificado comparable.

Los trabajadores cedidos por las empresas de trabajo temporal deberán poseer la formación teórica y práctica en materia de prevención de riesgos laborales necesaria para el puesto de trabajo a desempeñar, teniendo en cuenta su cualificación y experiencia profesional y los riesgos a los que vaya a estar expuesto.

12.1.1.9 Reconocimientos médicos

El empresario garantizará a los trabajadores la vigilancia de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia será voluntaria excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para él mismo o para otras personas, o cuando así esté establecido por la ley.

La empresa no podrá tener trabajadores en puestos para los que haya sido calificado como no apto en los reconocimientos médicos.

12.1.1.10 Salud e higiene en el trabajo primeros auxilios

El empresario deberá tomar las medidas necesarias para garantizar que puedan prestarse los primeros auxilios y la evacuación del accidentado en caso de que sea necesario. Designará al personal encargado de poner en práctica estas medidas.

En los lugares en que las condiciones de trabajo lo requieran habrá material de primeros auxilios, correctamente señalizado y de fácil acceso. En una señalización claramente visible aparecerá la dirección y el teléfono del servicio local de urgencia.

El botiquín contendrá como mínimo agua oxigenada, alcohol 96º, tintura de iodo, amoniaco, gasas estériles, algodón hidrófilo estéril, esparadrapo, torniquete, bolsa para agua o hielo, guantes esterilizados, termómetro clínico, tiritas, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardiacos de urgencia, vendas y jeringuillas desechables.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Actuación en caso de Accidente

En caso de accidente solo se tomarán las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica o sea trasladado con rapidez y sin riesgo. Solo se moverá al accidentado en caso de que sea indispensable para su seguridad, se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración y circulación sanguínea), no se le darán medicamentos ni agua, se presionarán las hemorragias con una gasa, poniendo encima las necesarias sin retirar la primera, se le tapará con una manta y se intentará tranquilizarlo.

El empresario notificará por escrito a la autoridad laboral el accidente producido, conforme al procedimiento que se determine reglamentariamente.

El empresario llevará a cabo una investigación para detectar las causas del accidente y deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo. Deberá cumplimentar mensualmente la relación de accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

En aplicación del estudio de seguridad y salud cada contratista interviniente en la obra elaborará un Estudio de Seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, de las características y conocimientos de los trabajadores que vayan a desempeñar los distintos trabajos y de los medios propios o ajenos a utilizar en el desarrollo de los trabajos. Constará de memoria descriptiva, pliego de condiciones, planos, mediciones y presupuesto. En su caso, se incluirán las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar la disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico, ni del importe total.

En cumplimiento de la Ley 31/1995 y la Ley 54/2003, el contratista preverá y asignará los medios materiales y humanos necesarios para llevar a cabo la actividad preventiva en la obra, y asignará los recursos preventivos que han de tener presencia en el centro de trabajo, que han de controlar la correcta aplicación de los métodos de trabajo y la aplicación de la actividad preventiva. Las personas asignadas por el contratista para cumplir la citada función preventiva han de permanecer en el centro de trabajo, ser suficientes en número, tener capacidad y experiencia suficiente y contar con formación preventiva y disponer de los medios y autoridad necesaria para ejercer la prevención. Este personal vigilará el cumplimiento de las medidas incluidas en el P.S.S. y comprobará la eficacia de estas. Asimismo, facilitará por escrito al coordinador de Seguridad y salud en la obra fichas que especifiquen nombre y apellidos de estas personas, así como detalle de la formación en materia preventiva del mismo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El plan deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la dirección facultativa en caso de que no haya coordinador. Si las obras son de las Administraciones públicas, deberá aprobarlo la Administración pública.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Estudio de Seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

Acta de Aprobación del Plan

El Estudio de Seguridad y salud elaborado por el contratista deberá ser aprobado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, por la dirección facultativa si no existiera éste o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, en su caso, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

Comunicación de Apertura de Centro de Trabajo

Previo al comienzo de los trabajos, el/los contratista/s deberá/n presentar ante la autoridad laboral la comunicación de apertura que deberá contener los datos que detalla la "Orden TIN/1071/2010 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo" y se redactará según modelo publicado en dicha orden. Junto a dicho modelo deberá adjuntarse el Estudio de Seguridad y salud acompañado de su correspondiente aprobación, conforme al artículo 7 del R.D. 1627/97. La comunicación de apertura deberá exponerse en la obra en lugar visible y se mantendrá permanentemente actualizada de modo que, en el caso de que se produzcan cambios, se efectuará por los empresarios que tengan la condición de contratistas, conforme a la definición que de los mismos se hace en este mismo documento, una comunicación a la autoridad laboral en el plazo de 10 días máximo desde que se produzcan.

Libro de Incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Estudio de Seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Deberá mantenerse siempre en la obra en poder del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución o, en su defecto, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el caso de que se disponga la paralización de los tajos o de la totalidad de la obra por existir circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

Libro de Órdenes

En toda obra de edificación, será obligatorio el libro de Órdenes y Asistencias, en el que la dirección facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

Libro de Subcontratación

En toda obra incluida en el ámbito de aplicación de la Ley 32/2006, cada contratista deberá disponer de un Libro de Subcontratación. En dicho libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberán reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y empresa comitente, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del Estudio de Seguridad y salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional.

Así mismo, en el libro de subcontratación se anotará la persona responsable de la coordinación de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra, así como cualquier cambio de coordinador de seguridad y salud que se produjera en obra, durante la ejecución de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

El contenido de dicho libro se mantendrá acorde lo especificado en la propia Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción como en el Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.

12.2 CONDICIONES TÉCNICAS

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de esta, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en el RD 1627/97.

Son responsabilidades del Contratistas y Subcontratistas:

- La entrega al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra de documentación clara y suficiente en que se determine: la estructura organizativa de la empresa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos de los que se dispone para la realización de la acción preventiva de riesgos en la empresa.
- Redactar un Estudio de Seguridad y Salud según lo dispuesto en el apartado correspondiente de este E.S.S. y el R.D. 1627/1997.
- Aplicar los principios de la acción preventiva según Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Estudio de Seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

- Los Contratistas y Subcontratistas son los responsables de que la ejecución de las medidas preventivas se correspondan con las fijadas en el Estudio de Seguridad y Salud.

- Designar los recursos preventivos asignando uno o varios trabajadores o en su caso uno o varios miembros del servicio de prevención propio o ajeno de la empresa. Así mismo ha de garantizar la presencia de dichos recursos en la obra en los casos especificados en la Ley 54/2003 y dichos recursos contarán con capacidad suficiente y dispondrán de medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas.

12.2.1 MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVAS

Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.

Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.

Todos los elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.

Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.

Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.

Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12.2.1.1 Vallados

Pueden ser de protección, cerramiento o de señalización.

El vallado de protección será de tubos metálicos, fijado al suelo mediante sistemas resistentes que eviten su desplazamiento. Tendrá una altura mínima de 90 cm. Si este tipo de valla es utilizado para evitar caídas a distinto nivel, se colocará sin dejar espacio sin cerrar.

El vallado de señalización será de colores vivos. Se coloca apoyada. Tendrá una altura de 1,10 m, y una longitud de 2,4 m, 2,5 m, o de 3,5 m, según sea de pies metálicos, articulada o plegable.

Los vallados de cerramiento serán de 1.5 m. de altura y cerrarán por completo el recinto a proteger previendo puertas peatonales o de vehículos en los lugares de paso. Serán metálicos o de madera de manera que no permitan su fácil rotura o deterioro siendo totalmente cuajados cuando por su cercanía a los tajos puedan preverse proyección de partículas o materiales.

12.2.1.2 Mallazos y Tableros

Los mallazos y tableros instalados para evitar la caída de personas o materiales por huecos del edificio tendrán resistencia suficiente y se colocarán correctamente anclados de manera que no puedan moverse de manera accidental.

Los mallazos serán electrosoldados de alta resistencia, tendrán una resistencia mayor de 150 kg/m² y cumplirán la UNE correspondiente.

Los tableros serán completamente cuajados de un grosor mínimo de 5 cm. y se encontrarán en adecuadas condiciones de conservación. Todos los tableros han de quedar clavados al forjado.

12.2.1.3 Plataformas de trabajo

Tendrán una anchura mínima de 60 cm, que se conseguirá mediante 3 tablones de espesor mínimo 5 cm y de 20 cm de anchura o con 2 planchas metálicas de acero galvanizado o aluminio de 30 cm. No quedarán huecos ni discontinuidades entre ellos y serán antideslizantes y dispondrán de drenaje. La longitud máxima de la plataforma será de 8 m. y la distancia máxima entre pescantes de 3 m. La distancia máxima entre la plataforma y el paramento vertical será de 45 cm. Los andamios de borriquetas tendrán vuelos de entre 10 y 20 cm.

Las plataformas voladas se colocarán a tresbolillo de forma que no haya más de una plataforma en la vertical.

Resistirán las cargas que tengan que soportar, se sujetarán a la estructura y los tablones o planchas no podrán moverse, deslizarse, bascular, etc. La plataforma se protegerá con

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

barandillas, de características especificadas en el punto correspondiente de este Pliego, en todo su perímetro.

12.2.1.4 Extintores

Serán de polvo polivalente en general y de CO2 en el caso de se instalen junto a cuadros eléctricos. Se colocarán en lugares de fácil acceso, cerca de las salidas de los locales, sobre paramentos verticales, a una altura máxima del suelo de 1,70 m. Deberán estar protegidos de forma que no se vean afectados por acciones físicas, químicas o atmosféricas. Se señalizarán según el RD 485/97, UNE 23033-1 y se adaptarán a lo dispuesto en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

12.2.1.5 Protección eléctrica

Las líneas de distribución llevarán un interruptor diferencial en su cabecera, cuyas partes exteriores serán de material aislante o se aislarán de forma adecuada. Para la entrada de conductores deberán estar aisladas de forma adecuada.

Los transformadores portátiles se aislarán de forma conveniente, para proteger de las partes metálicas accesibles. Si se colocan en el mismo lado los bornes del primario y del secundario, se colocará entre ellos un aislamiento, y estarán separados 25 mm o 50 mm, según sean los transformadores portátiles o fijos.

Todas las tomas de tierra tendrán un recubrimiento amarillo y verde. Todas las máquinas y herramientas que no tengan doble aislamiento estarán conectadas a tierra, y el circuito al que van conectadas tendrá un interruptor diferencial de 0,03 amperios de sensibilidad. El terreno en el que se encuentra la pica se humedecerá de forma regular.

Los cuadros eléctricos tendrán doble aislamiento, se usarán prensaestopas para la entrada de conductores, sólo podrán abrirlos especialista con herramientas especiales, las tapas serán estancas y no podrán hacerse perforaciones que disminuyan el aislamiento. Se comprobará diariamente el mecanismo de disparo diferencial.

Las líneas eléctricas aéreas estarán distanciadas de los lugares de trabajo 5 m. como mínimo.

Todos los cables eléctricos estarán aislados. Si se colocan alargadores, las conexiones se harán de forma adecuada, no aceptándose los empalmes provisionales.

Los cables y mangueras se tenderán a alturas mínimas de 2 m. o de 5 m., según pasen por zonas peatonales o de vehículos. Si se llevan por el suelo, se enterrarán convenientemente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12.2.2 MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual (EPI) llevarán el marcado "CE".

Protegerán del riesgo correspondiente y no serán un riesgo en sí mismos ni causarán molestias innecesarias. Serán ergonómicos, no podrá desajustarse de forma involuntaria, permitirán una ventilación suficiente o llevarán absorbentes de sudor, si pudiera ser enganchado se romperá pasado cierto límite para eliminar peligros, su manejo será fácil y rápido y si fuera necesario llevarán dispositivos de resplandor. Llevarán inscrito el marcado y si no puede ser visible completamente durante toda su vida útil, aparecerá en el embalaje y el folleto informativo.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil, controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y al menos en la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y serán reemplazados al término de su vida útil, o cuando estén deteriorados o hayan sufrido un trato límite.

Se utilizarán para usos previstos y de forma personal según a lo indicado por el fabricante al igual que el mantenimiento que lo supervisará el Delegado de Prevención.

Se cumplirá la siguiente normativa:

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- RD 773/1997 de 30 de mayo en aplicación de la ley 31/1995 de 8 de noviembre.

Protección Vías Respiratorias

Los EPI de vías respiratorias pueden ser filtros de partículas, de gases o mixtos, y equipos autónomos o semiautónomos de aire fresco, de aire comprimido, de circuito abierto o de circuito cerrado. Dispondrán de marcado CE.

Limitarán lo mínimo posible el campo visual y la visión del usuario y no se empañarán.

La unión a la cara del usuario será hermética, aunque esté húmeda o mueva la cabeza. El montaje de los elementos reemplazables será fácil, y estará diseñado de forma que no se puedan colocar de manera incorrecta.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Estarán constituidos de materiales no inflamables, adecuados para el ambiente en el que vayan a ser utilizados. Serán resistentes a esfuerzos mecánicos, a la respiración, a la temperatura, y eficaces contra la filtración y la obstrucción.

En los filtros mixtos, el filtro contra partículas quedará en el lado de entrada del filtro de gas.

En los equipos autónomos o semiautónomos, la manguera será resistente al aplastamiento y al estrangulamiento. El flujo del aire no podrá ser apagado de forma involuntaria. El nivel máximo de ruido permitido dentro del capuz será de 80dB (A). la manguera de aire fresco no se podrá conectar al tubo de respiración o al adaptador facial.

Cumplirán sus normativas correspondientes : UNE-EN 136; UNE-EN 137; UNE-EN 13274-7; UNE-EN 14594; UNE-EN 140; UNE-EN 14387; UNE-EN 143; UNE-EN 12941 / UNE-EN 12942; UNE-EN 149; UNE-EN ISO 16321-1; UNE-EN 14593-1 / UNE-EN 14594; UNE-EN 14593-2 / UNE-EN 14594; UNE-EN 397.

Gafas y Pantallas de Protección contra Partículas

Estos EPI pueden ser gafas de montura universal o integral, y pantallas faciales.

Dispondrán de marcado CE. En la montura llevarán marcada la identificación del fabricante, UNE de la norma correspondiente, el símbolo de resistencia a impactos de partículas a gran velocidad, y el campo de uso. En el ocular llevarán marcada la clase de protección, la identificación del fabricante, la clase óptica, y los símbolos de resistencia mecánica, el de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes, el de resistencia al deterioro superficial por partículas finas y el de resistencia al empañamiento. Cumplirán la norma UNE-EN ISO 16321-1.

Pantalla Soldadura

Dispondrán de marcado CE. En la montura llevarán marcada la identificación del fabricante, norma correspondiente UNE, el símbolo de resistencia a impactos de partículas a gran velocidad, y el campo de uso. En el ocular llevarán marcada la clase de protección, el número de escala, la identificación del fabricante, la clase óptica, y los símbolos resistencia mecánica, el de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes, el de resistencia al deterioro superficial por partículas finas y el de resistencia al empañamiento.

Cumplirán las normas UNE-EN ISO 16321-1 y UNE-EN ISO 16321-1.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Protecciones Auditivas

Pueden ser tapones, orejeras, casco antirruido, orejeras acopladas a cascos de protección para la industria y tipos especiales. Dispondrán de marcado CE.

Los tapones se introducen en el canal externo del oído, pueden ser premoldeados, moldeables por el usuario y personalizados, desechables o reutilizables. Podrán retirarse fácilmente, y no producirán irritaciones ni alergias, en el estuche aparecerá marcada la identificación del fabricante, el número de la norma UNE-EN 352-2, el modelo, instrucciones de colocación y uso y si es desechable o reutilizable.

Las orejeras cubren el pabellón auditivo y están unidas por un arnés. Estarán constituidas por materiales que no manchen, flexibles, suaves y que no produzcan irritaciones ni alergias, sus elementos serán redondeados, el acabado superficial será liso y no tendrán aristas vivas. El recambio de elementos se hará sin necesidad de herramientas. Serán regulables, resistentes al deterioro en caso de caída , resistentes a fugas y no inflamables. Llevarán marcada la identificación del fabricante, el modelo, las indicaciones de orientación y el número correspondiente a la norma UNE-EN 352-1.

Los protectores reutilizables se limpiarán periódicamente y se mantendrán en buen estado. Cumplirán las normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 352-2 y UNE-EN 352-3; UNE-EN 458 y UNE-EN 397.

Casco de Seguridad

Está formado por un armazón y un arnés. deberá absorber los impactos, será resistente a la perforación y a la llama y los puntos de anclaje del barboquejo caso de llevarlo serán resistentes a tracción. Dispondrán de marcado CE.

En caso de que se le haga un taladro, el casco se considerará como un modelo diferente. Deberá tener las dimensiones mínimas exigidas: distancia vertical externa 80 mm; distancia vertical interna 50 mm; espacio libre vertical interior 25 mm; espacio libre horizontal; altura de utilización 80 mm, 85 mm y 90 mm según sea para cascos colocados en la cabeza D, G y K; anchura de barboquejo 10 mm; si tiene ventilación de entre 150 y 450 mm².

Llevará marcado el número de la norma EN 397, la identificación del fabricante, el año y trimestre de fabricación, el modelo y la talla. Cumplirán la norma UNE-EN 397.

Ropa de Trabajo

Ropa de protección, contra agresiones mecánicas y químicas, contra proyecciones de metal en fusión y radiaciones infrarrojas, contra fuentes de calor intenso o estrés térmico, contra bajas temperaturas, contaminación radiactiva, antipolvo, antigás, y ropa de señalización.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La ropa será ergonómica, resistente al calor, a la limpieza y los lavados, sin cambios dimensionales mayores de +-3 % y del 5 % en caso del cuero, será aislante térmico, con propagación limitada de la llama, se clasificará en función de la permeabilidad al aire y la resistencia al vapor de agua, tendrá diferentes tallas según la UNE-EN ISO 13688, será estable ante el calor, resistente a flexión, a la tracción, a la abrasión, a la perforación, al desgarramiento, al estallido del material de punto, a la proyección de metal fun0dido, a la permeabilidad de líquidos, a la penetración por pulverizaciones, las costuras serán resistentes. En zonas donde se requiera las prendas serán de color de alta visibilidad.

Llevará marcada la identificación del fabricante, el tipo de producto, la talla, el número de la norma correspondiente, pictogramas, etiquetas de cuidad, instrucciones de limpieza según ISO 3758, forma de colocación, advertencias de mal uso, mes y fecha de fabricación, variaciones dimensionales y número máximo de ciclos de limpieza. El marcado será visible e indeleble y resistente a los lavados.

Cumplirán las normas UNE-EN 14605, UNE-EN ISO 17491-4, UNE-EN ISO 20471, EN 530, UNE-EN ISO 15025, UNE-EN ISO 11612, UNE-EN ISO 11611, UNE-EN ISO 16321-1 y UNE-EN ISO 16321-1.

Para trabajos con riesgo eléctrico, todo el personal deberá hacer uso de ropa ignifuga catalogada como EPI de Categoría III.

Protección de Pies y Piernas

Calzado de seguridad, de protección y de trabajo, calzado y cubrecalzado de protección contra el calor y el frío, calzado de protección frente a la electricidad y las motosierras, protectores amovibles del empeine, polainas, suelas amovibles y rodilleras.

Dispondrán de marcado CE. Cada ejemplar llevará marcado o en etiqueta, de forma permanente la talla, la identificación del fabricante, el tipo de fabricante, la fecha de fabricación, la nacionalidad del fabricante, el número de la norma EN correspondiente, la protección ofrecida y la categoría.

Además de los requisitos mínimos indicados en la normativa correspondiente, el calzado de seguridad, protección y de trabajo de uso profesional, podrá llevar protección contra la perforación, penetración y absorción de agua, aislamiento frente al calor y al frío, suela con resaltes, no conductor, antiestático, absorbente de energía en el tacón, resistente al calor por contacto y a hidrocarburos.

En el calzado con protección contra la perforación, la plantilla irá incorporada al piso del calzado de forma que para quitarla habrá que destruir el piso del calzado. La plantilla tendrá unas dimensiones tales que la distancia máxima entre la horma y la plantilla será de 6,5 mm o de 17 mm en el tacón. Tendrá como máximo 3 orificios, de diámetro máximo 3 mm y no estarán en la zona de color amarillo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

El calzado conductor y antiestático no es aislante de la energía eléctrica, sino que permite al usuario librarse de las cargas estáticas que pueda acumular.

En el calzado con aislamiento frente al frío y al calor, el aislante estará incorporado al calzado de forma que no pueda quitarse sin destruir el piso del calzado.

Cumplirán las normas UNE-EN ISO 13688, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 y UNE-EN ISO 20347.

Protección de Manos y Brazos

Guantes contra agresiones mínimas, mecánicas, químicas, de origen eléctrico y térmico, contra el frío, microorganismos, radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva, manoplas, manguitos y mangas. Dispondrán de marcado CE.

Los materiales utilizados y las costuras serán resistentes. Los materiales no afectarán a la salud del usuario y el fabricante deberá indicar el contenido en sustancias que puedan provocar alergias. El pH será próximo a la neutralidad y el contenido en cromo será menor de 2 mg/kg. Habrá de diferentes tallas definidas según las manos que deben llevarlo. Permitirán la máxima dexteridad, la transmisión del vapor de agua, que, si no fuera posible, se reducirá al mínimo el efecto de la transpiración.

Los guantes de alta visibilidad estarán formados por los materiales definidos en la norma EN 471. La superficie de material reflectante será mayor del 50 % de la superficie del guante.

Los guantes llevarán marcada la identificación del fabricante, la designación del guante, la talla, la fecha de caducidad (si es necesario), y será visible, legible y duradero. En el envase irá marcado, además de lo indicado en el guante, las instrucciones de uso, la protección que ofrecen y pictogramas.

Las protecciones contra riesgos mecánicos serán resistentes a la abrasión, al corte por cuchilla, al desgarro y a la perforación. También podrán tener resistencia al corte por impacto y volúmica.

Las protecciones contra productos químicos serán resistentes a la penetración y a la permeabilidad y se darán datos de su resistencia mecánica.

Las protecciones contra microorganismos tendrán resistencia a la penetración y se darán los datos sobre la resistencia mecánica.

Los protectores contra riesgos térmicos serán resistentes a la abrasión y al rasgado. Tendrán prestaciones frente a la llama, al calor de contacto, convectivo y radiante, a pequeñas salpicaduras de metal fundido y a grandes masas de metal fundido.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

A las protecciones contra radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva se les exigirá eficacia de atenuación y uniformidad de distribución del material protector, integridad, impermeabilidad al vapor de agua y al agua (generalmente), resistencia al agrietamiento por ozono y si es necesario resistencia mecánica, química y especial.

Los guantes contra el frío serán resistentes a la abrasión, al rasgado, a la flexión, al frío, al frío convectivo y de contacto y se determinará su permeabilidad al agua. Cumplirán las normas EN 374, 388, 407, 420 y 421.

Para la realización de trabajos en tensión y con riesgo eléctrico se utilizarán guantes aislantes adecuados para las tensiones de las líneas de los trabajos a realizar siendo:

- Guantes Clase 00: Hasta tensiones de 500V
- Guantes Clase 0: Hasta tensiones de 1000V
- Guantes Clase 1: Hasta tensiones de 7500V
- Guantes Clase 2: Hasta tensiones de 17000V
- Guantes Clase 3: Hasta tensiones de 26500V
- Guantes Clase 4: Hasta tensiones de 36000V

Así mismo se utilizarán guantes de algodón ignifugo bajo los guantes aislantes para los trabajos con riesgo eléctrico, para minimizar el posible impacto de un arco eléctrico, sobre la piel de la mano.

12.2.3 MÁQUINAS, ÚTILES, HERRAMIENTAS Y MEDIOS AUXILIARES

Las partes móviles de la maquinaria (órganos de transmisión, correas, poleas...) estarán protegidas mediante carcasas.

Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.

Dispondrán de «marcado CE», declaración «CE» de conformidad y manual de instrucciones. Aquella maquinaria que por su fecha de comercialización o de puesta en servicio por primera vez no les sea de aplicación el marcado CE, deberán someterse a la puesta en conformidad de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1215/1997.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

La maquinaria puesta en servicio al amparo de lo dispuesto en el R.D.1644/2008 que establece las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas cumplirá con los requisitos de seguridad establecidos en su anexo I.

Maquinaria movimiento de Tierras

La maquinaria estará protegida mediante cabinas de seguridad antivuelco (ROPS) y antiimpacto (FOPS).

Dispondrá de faros de marcha delante y retroceso, bocina automática de marcha retroceso, servofrenos, freno de mano, retrovisores en ambos lados y un extintor de polvo químico seco.

Se realizará una revisión diaria del motor, sistema hidráulico, nivel y estanqueidad de juntas y manguitos, frenos, dirección, luces, bocina, cadenas y neumáticos. Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.

Inspección periódica de los puntos de escape del motor para impedir la entrada de gases en la cabina del conductor.

Sierra Circular de Mesa

Constituida por una mesa con una ranura, disco de sierra, motor y eje portaherramientas.

La sierra estará dotada de un dispositivo que evite su puesta en funcionamiento después de que se haya producido un corte en el suministro de energía, y de un cuchillo divisor situada detrás del disco, que impide que las partes aserradas se cierren sobre ella y produzcan el rechazo de las piezas.

Para operaciones por vía húmeda, la sierra dispondrá de un sistema de humidificación.

Se utilizarán las dimensiones de disco indicadas por el fabricante; El dentado y el material del disco variarán dependiendo del material a cortar.

Estará provisto de protecciones rígidas que han de estar en su posición de protección para el funcionamiento de la sierra, excepto la parte necesaria para el aserrado.

En los casos en los que en la utilización de esta herramienta se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Hormigonera

Formada por una cuba que gira alrededor de un eje graduable accionada por un motor mediante correas y piñón.

Dispondrá de freno de basculamiento del bombo. Los mandos de puesta en funcionamiento y parada estarán ubicados alejados de las partes móviles y protegidos del polvo y la humedad.

Se limpiará después de cada uso, previa desconexión de la energía eléctrica.

Soldadura Eléctrica

La alimentación se realizará mediante el cuadro de distribución, protegido de sobreintensidades (comprendida entre 50 y 300 A), y el cable será lo más corto posible.

Precisa de una "Tensión de vacío" (40-100 V) y una "Tensión del arco o de soldadura" (inferior a 40 V).

Los cables estarán conectados con el grupo mediante bornes protegidos de cubrebornes y aislados para tensiones nominales superiores a 1000 V. El empalme entre cables se realizará a través de forrillos termorretráctiles, evitando hacerlo con cinta aislante. El tipo de electrodo variará dependiendo del material a soldar.

Herramientas Manuales Ligeras

Las herramientas estarán formadas por materiales resistentes, sin defectos ni deterioros y adecuadas para los trabajos que van a realizar.

Los mangos permanecerán limpios de residuos (aceites o grasas), sin bordes agudos y aislantes, en su caso.

Las herramientas de accionamiento eléctrico estarán protegidas con doble aislamiento y se conectarán a los enchufes a través de clavijas.

Las lámparas portátiles llevarán doble aislamiento y los portalámparas, pantallas y rejillas estarán formados por material aislante. Los elementos como asas y palancas, no se aflojarán de forma involuntaria, y las tapas no girarán. Las lámparas portátiles que estén protegidas contra la caída de agua llevarán un recubrimiento cuyo único orificio posible será el de desagüe.

En los casos en los que en la utilización de esta herramienta se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Andamios

El andamio contará con una nota de cálculo de resistencia y estabilidad, realizado por una persona con una formación universitaria que lo habilite, a menos que esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

Será obligatoria la elaboración de un plan de montaje, de utilización y de desmontaje del andamio, por una persona con una formación universitaria que lo habilite, en los siguientes tipos de andamios:

- Plataformas suspendidas y plataformas elevadoras sobre mástil.
- Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados cuya altura desde el nivel de apoyo hasta la coronación del andamio, exceda de seis metros o tengan elementos horizontales que salven vuelos entre apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
- Andamios instalados en el exterior, cuya distancia entre el apoyo y el suelo exceda de 24 metros de altura.
- Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura.

Los andamios tubulares que no hayan obtenido una certificación del producto por una entidad reconocida de normalización, sólo podrán utilizarse para aquellos supuestos en los que el Real Decreto 1215/1997, modificado por el Real Decreto 2177/2004, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura en su Anexo II apartado 4.3, no exige plan de montaje, esto es para alturas no superiores a 6 metros y que además no superen los 8 metros de distancia entre apoyos, y siempre que no estén situados sobre azoteas, cúpulas, tejados o balconadas a más de 24 metros desde el nivel del suelo.

No será obligatoria la elaboración de un plan cuando los andamios dispongan del marcado "CE", el plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje.

Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, o por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica, que les permita enfrentarse a riesgos como:

- La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación.
- Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
- Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas.
- Las condiciones de carga admisible.
- Otros riesgos.

Los trabajadores y la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje.

Cuando, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, las operaciones podrán ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.

Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- Antes de su puesta en servicio.
- A continuación, periódicamente.
- Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

12.2.4 ACCIONES QUE SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.

- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.

- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

12.2.5 COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE

En caso de que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

Accidentes de tipo leve
Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa). A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores
Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).
A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo.

12.2.6 SEGURIDAD EN LA OBRA

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

12.2.7 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc…, podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

12.2.8 OBLIGACIONES DE CADA CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.

- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.

- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.

- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.

- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.

- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".

- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnica-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

12.2.9 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

12.2.10 CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Además los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

12.2.11 SEÑALIZACIÓN

El empresario deberá tomar las medidas necesarias de señalización, según lo indicado en proyecto y lo dispuesto en el RD 485/1997 "Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo".

Las señales podrán ser de color, en formas de panel, luminosas, acústicas, gestuales y de comunicación verbal. Tendrán unas características que permitan una buena visibilidad y comprensión, sin que puedan dar lugar a interpretaciones erróneas. Se colocarán en lugares apropiados, iluminados, accesibles y visibles fácilmente. Permanecerán mientras exista el peligro del que advierten retirándolas inmediatamente una vez cesado el peligro. No se colocarán muchas señales muy próximas unas de otras.

Las de panel, deberán ser de material resistente a golpes y a la climatología.

Las señales luminosas tendrán una luz de intensidad suficiente, pero sin llegar a deslumbrar. Si es para peligros graves llevarán una lámpara de repuesto y se les harán revisiones especiales.

Las señales acústicas tendrán un nivel sonoro mayor que el ambiental, y no se utilizarán si éste último es muy fuerte. Si la señal es de evacuación, el sonido será continuo.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Las señales de riesgo, prohibición y obligación serán de panel. Los riesgos de caída, choques o golpes se indicarán mediante señal de panel, color de seguridad (franjas amarillas y negras inclinadas 45º) o ambas. La delimitación de zonas y vías de circulación se hará mediante color de seguridad, que contrastará con el del suelo. Las tuberías, recipientes y lugares de almacenamiento de sustancias peligrosas llevarán la señal específica del producto que contengan, que será inalterable. Los equipos de protección de incendios serán rojos y se señalizará su lugar de colocación. Los medios y equipos de salvamento y socorro se indicarán con señales de panel, las situaciones de emergencia con señales luminosas, acústicas, verbales o combinación de ellas, y las maniobras peligrosas con señales verbales, gestuales o ambas.

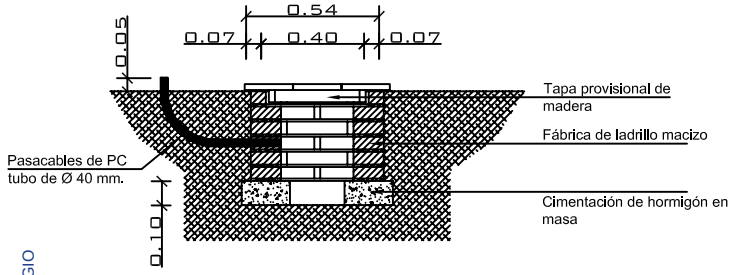
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

13 PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

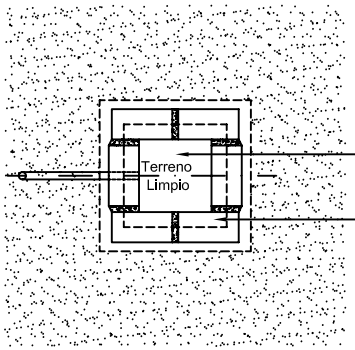
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

DETALLES DE TOMA A TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA

DETALLE DE ARQUETA



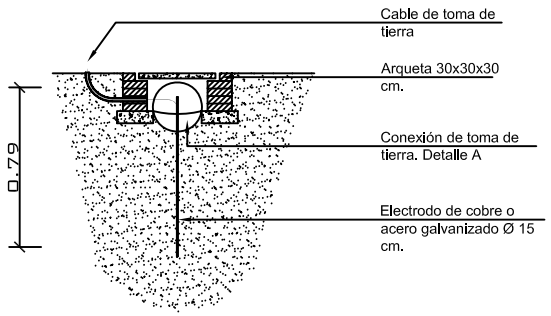
ALZADO



VISTA FRONTAL

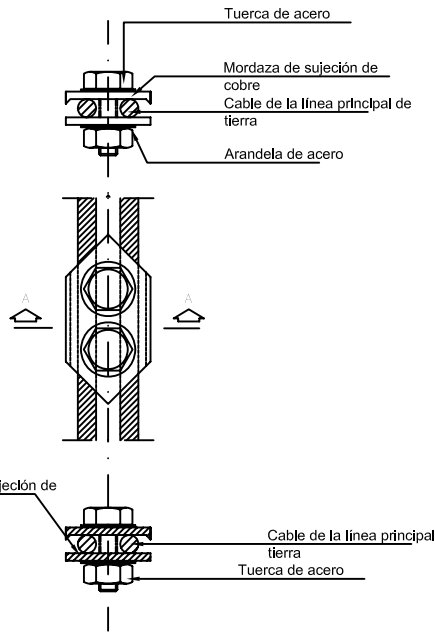
PLANTA

TOMA DE TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA RESISTENCIA 80 OHMIOS, RESISTIVIDAD 50 M. OHMIOS TOMA TIERRA



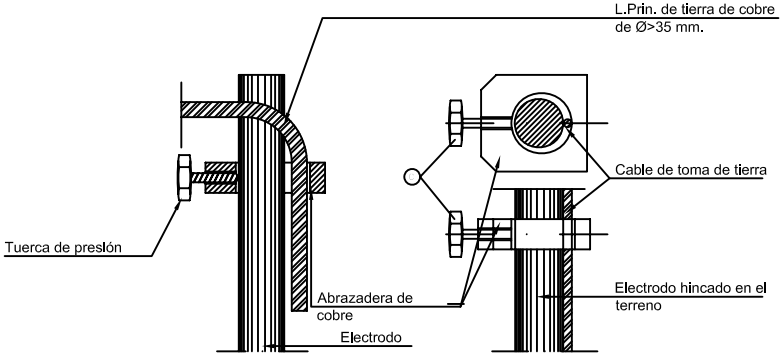
ALZADO - SECCIÓN

DETALLE EMPALMES LÍNEAS PRINCIPALES TOMA TIERRA

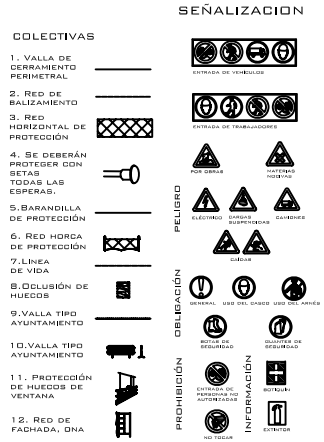


VISTA SUPERIOR

DETALLE A



SECCIÓN AA



LA SEÑALIZACIÓN SIGUIENTE ES DE APLICACIÓN A TODAS LAS ZONAS DE ACTUACIÓN: PELIGRO DE CAÍDAS AL MISMO NIVEL, PELIGRO GENÉRICO, PELIGRO DE MATERIAS NOVIVAS O IRRITANTES Y USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGUIRIDAD.

SU UBICACIÓN IRÁ SUJETA A LOS RIESGOS ESPECÍFICOS QUE ENTRAÑA CADA TRABAJO REALIZADO EN LAS DIFERENTES ZONAS DE ACTUACIÓN, SIENTO ORIENTATIVA LA DISPOSICIÓN DE LAS SEÑALES EN EL PLANO.

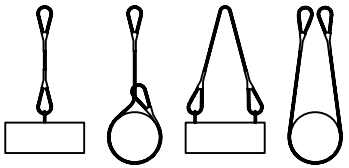
LA ZONA DE ACTUACIÓN DEBERÁ ESTAR EN PERFECTO ESTADO DE ORDEN Y LIMPIEZA.

PELIGRO ELÉCTRICO. SE COLOCARÁN EN LOS CUADROS ELÉCTRICOS QUE SERÁN MANIPULADOS POR PERSONAL ESPECIALIZADO EXCLUSIVAMENTE.

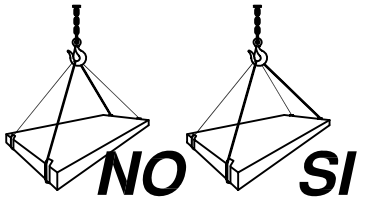
SE RECUERDA LA OBLIGATORIEDAD DEL USO DE CHALECO REFLECTANTE Y CASCO PARA TODA PERSONA QUE ENTRE EN LA OBRA.

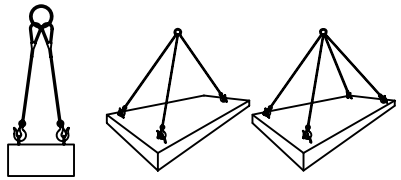
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:



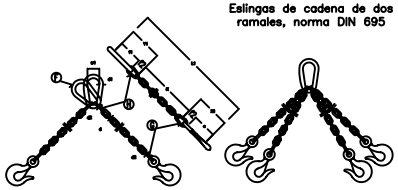
NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS. SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.





CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA PARA TENERLAS BIEN SUJETAS)

Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695



CADENA Ø nominal d mm	CADENA Ø CARGA MEDIA Tolerancia DIN 685	CARGA UTIL ∝=45° Kgs.	CARGA UTIL ∝=90° Kgs.	CARGA UTIL ∝=120° Kgs.	X_1 mm	Y_1 mm	Longitud de 1 m. de cadena en mm. g=9,8 m/s² L mm.	ESLABON F f_1 mm.	ESLABON F d_1 mm.	ESLABON F s_1 mm.	ESLABONES G H f_2 mm.	ESLABONES G H f_3 mm.	ESLABONES G H d_2 mm.
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1884	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	390	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	589	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	480	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	582	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	582	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	582	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	380	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766.
Estas eslingas se construyen tambien con argolla en lugar de gancho.
Al rematar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellos.

GAZAS REALIZADAS A PIE DE OBRA

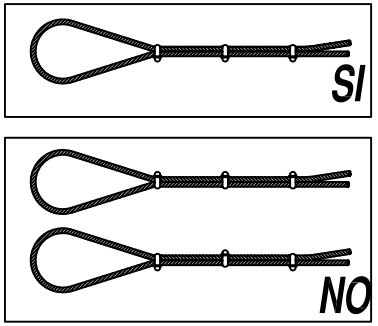
El numero de perrillos y la separacion entre los mismos depende del diametro del cable a utilizar. Una orientación la da la tabla siguiente:

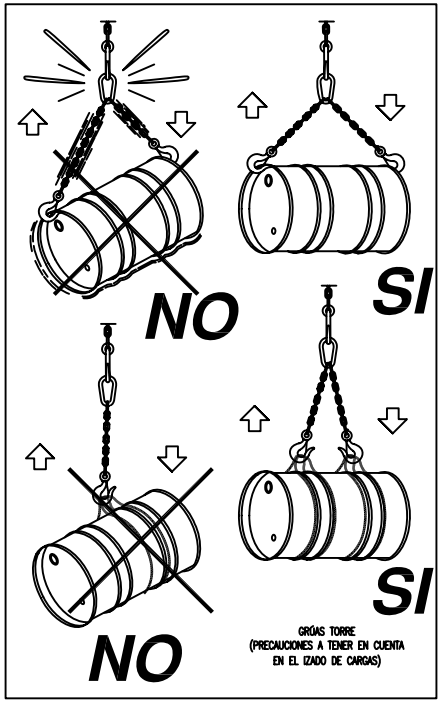
DIAMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diametros
de 12 a 20	4	6 diametros
de 20 a 25	5	6 diametros
de 25 a 35	6	6 diametros

Normas a tener en cuenta :

Por lo sencillo de su construccion, las Gazas confeccionados con perrillos son las mas empleadas para los trabajos normales en obra.
Es importante tener en cuenta su forma de construccion, para poder evitar el maximo accidentes de cualquier tipo.
Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.
Una mala ejecución de la Gaza puede tener como consecuencia, la caida de la carga.

Forma correcta de construccion de una Gaza :



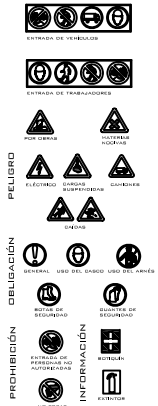


GRÚAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN EL IZADO DE CARGAS)

SEÑALIZACION

COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Linea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Valla tipo ayuntamiento
11. Protección de huecos de ventana
12. Red de fachada, ona



INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

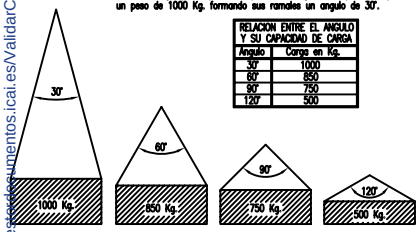
11. Instalaciones de higiene y bienestar
12. Acopios
13. Grúa torre
14. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
15. Andamio de borriquetas
16. Trompa de vertido
17. Plataforma elevadora
18. Puntales
19. Pasarelas
20. Camión grúa

La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación:
Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias novivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entrañe cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siendo orientativa la disposición de las señales en el plano.
La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.
Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.

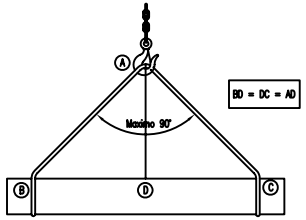
Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg. formando sus ramales un angulo de 30°.

RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA	
Angulo	Carga en Kg.
30°	1000
60°	850
90°	750
120°	500



La carga maxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del angulo formado por los ramales de la misma. A mayor angulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.

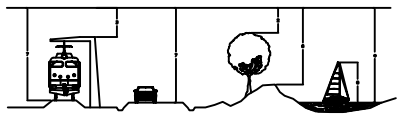


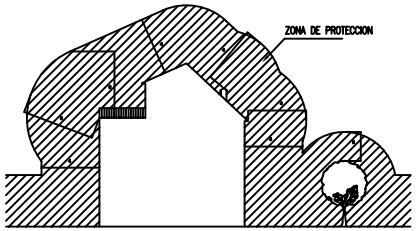
DISTANCIA DE SEGURIDAD A CONDUCCIONES ELECTRICAS

DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES A SU ENTORNO

SOBRE	TERRENO	CARRETERA	FC. S/ ELECT.	CATENAR. FC. ELECT.	RIO-CANAL NAVEGABLE	ARBOLES	EDIFICIOS ACCESIBLE	EDIFICIOS NO ACCES.
DISTANCIA (m)	6	7	7	3	* a	2	5	4

* a = 2'5 + G como minimo de 7'20 m., siendo G el galibo





NOTA: Estas distancias mínimas serán radiales y se tienen que conservar en las condiciones mas desfaborables de temperatura (aumento de flecha por calor o por manguito de hielo).

En general, puede existir una variacion del orden de 1 m. en la flecha de un conductor entre epocas de frio y de calor.

COLOCACIÓN DE GRAPAS EN LAS GAZAS

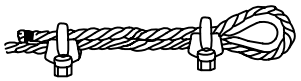
(Metodo de instalación de las grapas)

PRIMERA OPERACIÓN



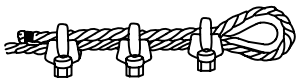
APLICACIÓN DE LA PRIMERA GRAPA : Se dejará una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en número y espaciamiento dados por la tabla.
Se coloca la primera a una distancia del extremo del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.

SEGUNDA OPERACIÓN

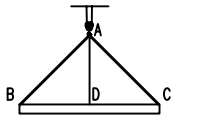


APLICACIÓN DE LA SEGUNDA GRAPA : Se colocará tan próxima a la gaza como sea posible.
La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable.
NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO.

TERCERA OPERACIÓN



APLICACIÓN DE LAS DEMÁS GRAPAS : Se colocarán distanciandolas a partes iguales entre las dos primeras (A distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tensa el cable.
APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.



DISPOSICIÓN CORRECTA DE LAS ESLINGAS.
EL GANCHO IRA PROVISTO DE CIERRE DE SEGURIDAD.

LAS CARGAS NO SE TRANSPORTARÁN POR ENCIMA DE LUGARES EN DONDE ESTEN LOS TRABAJADORES.
LOS TRABAJADORES NO DEBERÁN PERMANECER EN LA VERTICAL DE LAS CARGAS.

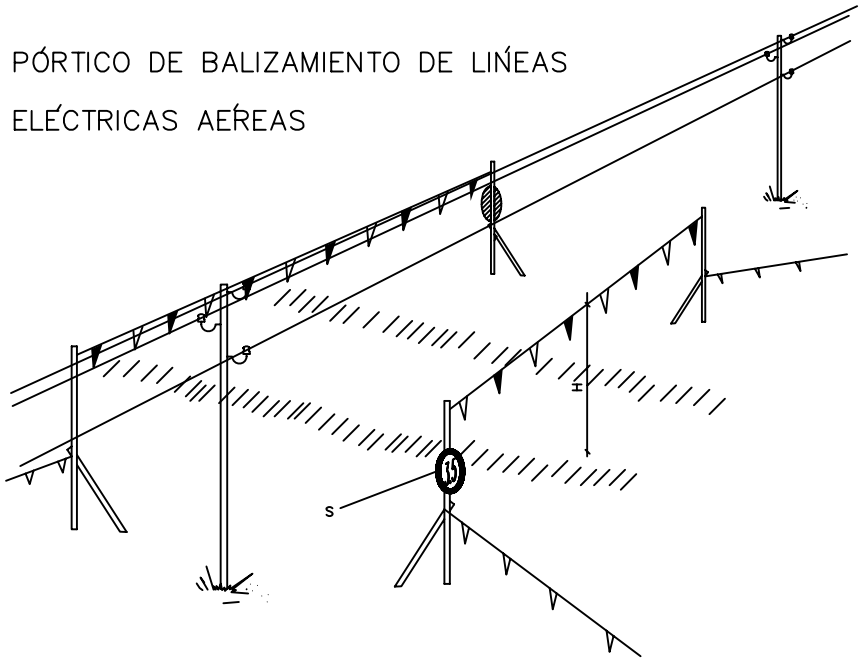


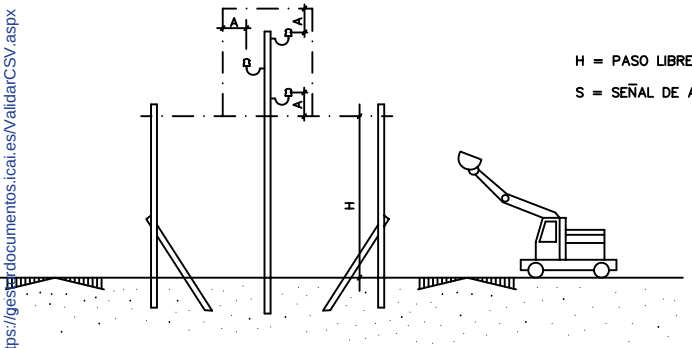
GRÚAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN ESLINGAS Y TRABAJADORES).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZQGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

BALIZAMIENTO

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LIŃEAS ELÉCTRICAS AEŔEAS

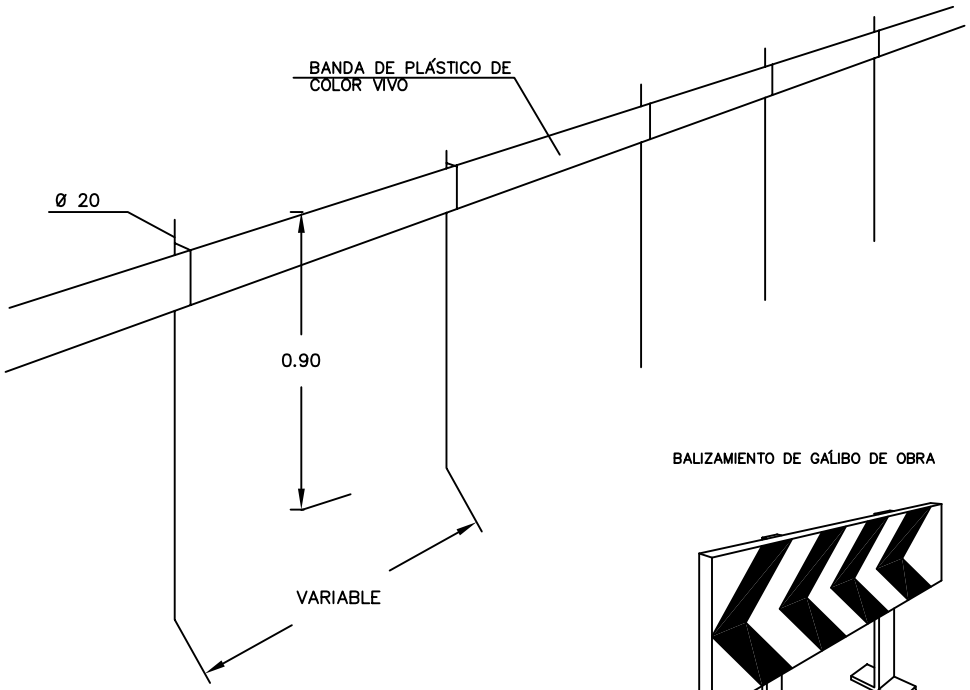




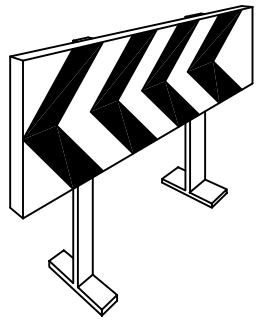
H = PASO LIBRE

S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

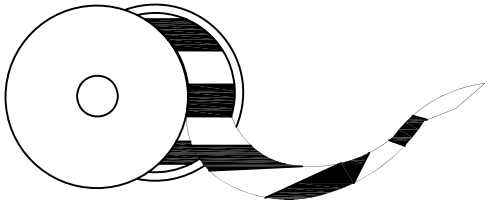
BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GAĹIBO DE OBRA



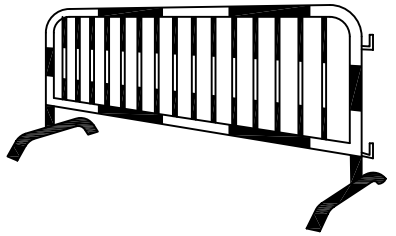
BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA

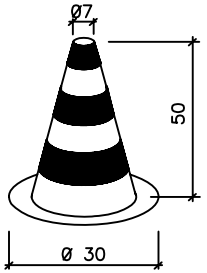


CINTA BALIZAMIENTO



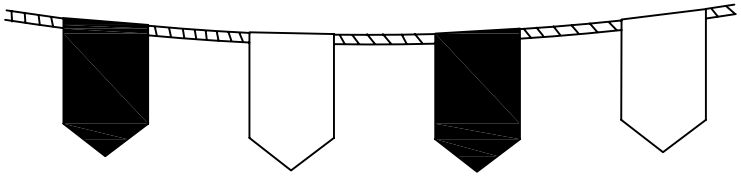
VALLAS DESVIÓ TRAFÍCO



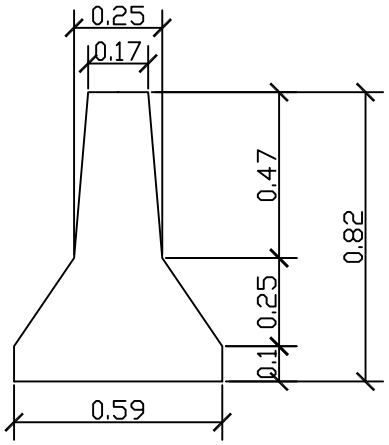


CONO BALIZAMIENTO

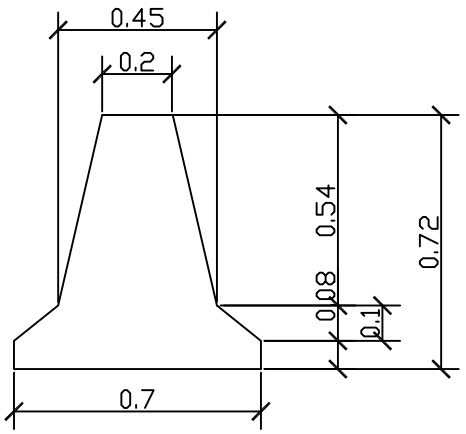
CORDON BALIZAMIENTO



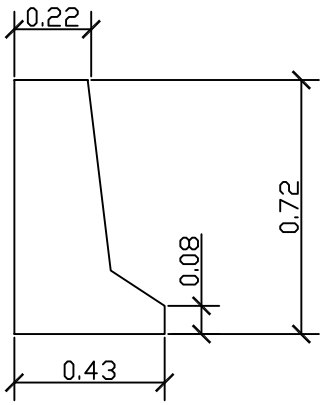
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestiondocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



TIPO 1



TIPO 2



TIPO 3

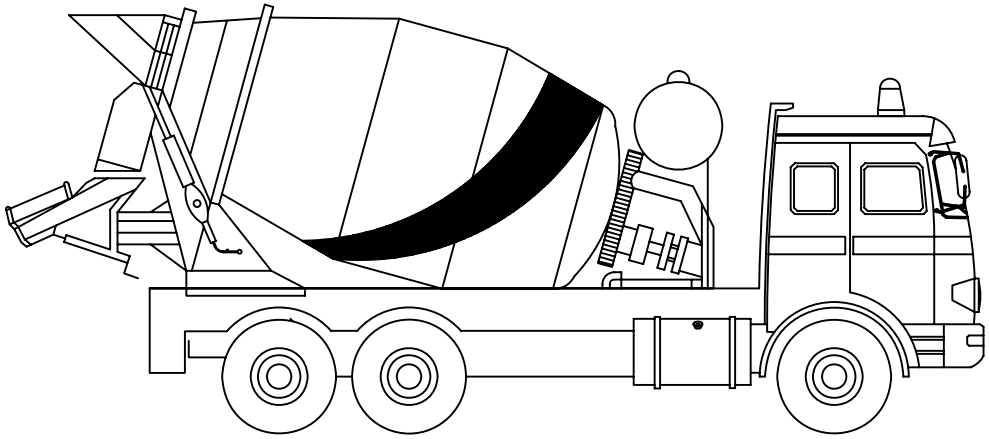
MODELO	LONGITUD	PESO
Tipo 1	622cm	3680 kg
Tipo 2	200cm	1140 kg

Este tipo de barrera formada por piezas de hormigón de 2,00 ó 6,00 metros de longitud unidos entre sí por una rótula metálica permite la rotación de las piezas.
Ante un impacto, la barrera se deforma,pero los bloques se mantienen unidos por efecto de la rótula metálica.
Se designarán con arreglo a un código constituido según se indica a continuación:

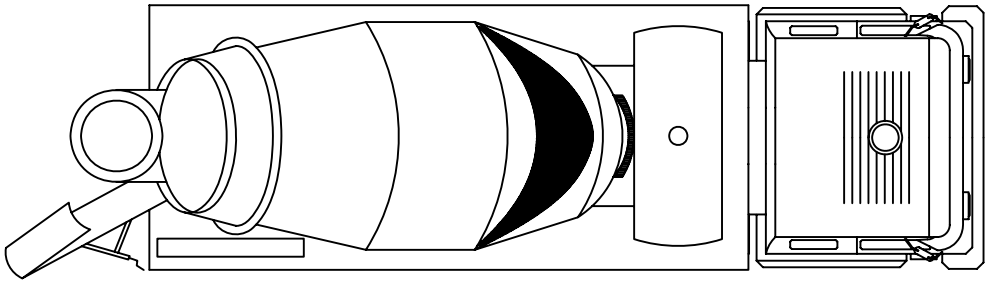
Un conjunto de tres letras: BHS (barrera de hormigón simple) ó BHD (barrera de hormigón doble).

- Una letra que se refiera al método constructivo: E para barrera hormigonada "in situ" con encofrado fijo o deslizante; P para prefabricada, y X para hormigonada con molde ("in situ" o prefabricado).
- Una letra que exprese el tipo de perfil: J para "New Jersey"; F para perfil "F", y T para perfil "Tric-Bloc".
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la longitud del elemento (prefabricado o de molde), expresada en metros, y será 0 para barreras hormigonadas "in situ" (con longitud mayor que 9 metros); la segunda será 0 para barrera no anclada, ó 1 para barrera anclada.
- Una letra minúscula, que exprese el orden de inscripción en el Catálogo dentro de las barreras con denominación coincidente.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



ALZADO



PLANTA

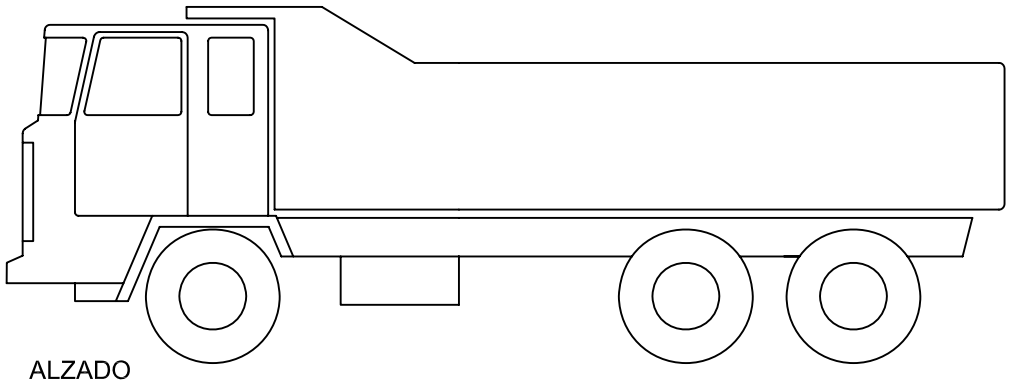
NORMAS DE SEGURIDAD:

- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarior. Los elementos de la hormigonera tales como canaleras de salida, escaleras, guardabarros, etc. Deberá untarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante en las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, caneletas, etc).
- El vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.
- Los elementos para subir o bajar han de ser antideslizantes.
- Los vehículos deben poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.
- Sistemas de alarmas para neumáticos con poco aire en los vehículos, así como señal de marcha atrás audible por otros camiones.
- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios. Un extintor de incencios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.
- Las rampas de acceso al tajo no superarán el 20% de pendiente en prevención de atoramientos o vuelcos.
- La limpieza de la cuba y canaletas se realizará en los lugares destinados para tal labor.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durantes las operaciones del vertido serán dirigídos por un señalista.
- El acceso a la tolva se realizarán por la escalera de acceso incorporada al camión.
- Dentro de la obra se respetará la velcidad y los viales destinados a la circulación de vehículos.

CAMIÓN HORMIGONERA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



ALZADO

NORMAS DE SEGURIDAD:

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.

- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.

- Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado serán gobernadas desde la caja del camión por un minimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no ha´brá nunca personas.

- El colmo máximo permitido para meteriales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme, compensando los pesos.

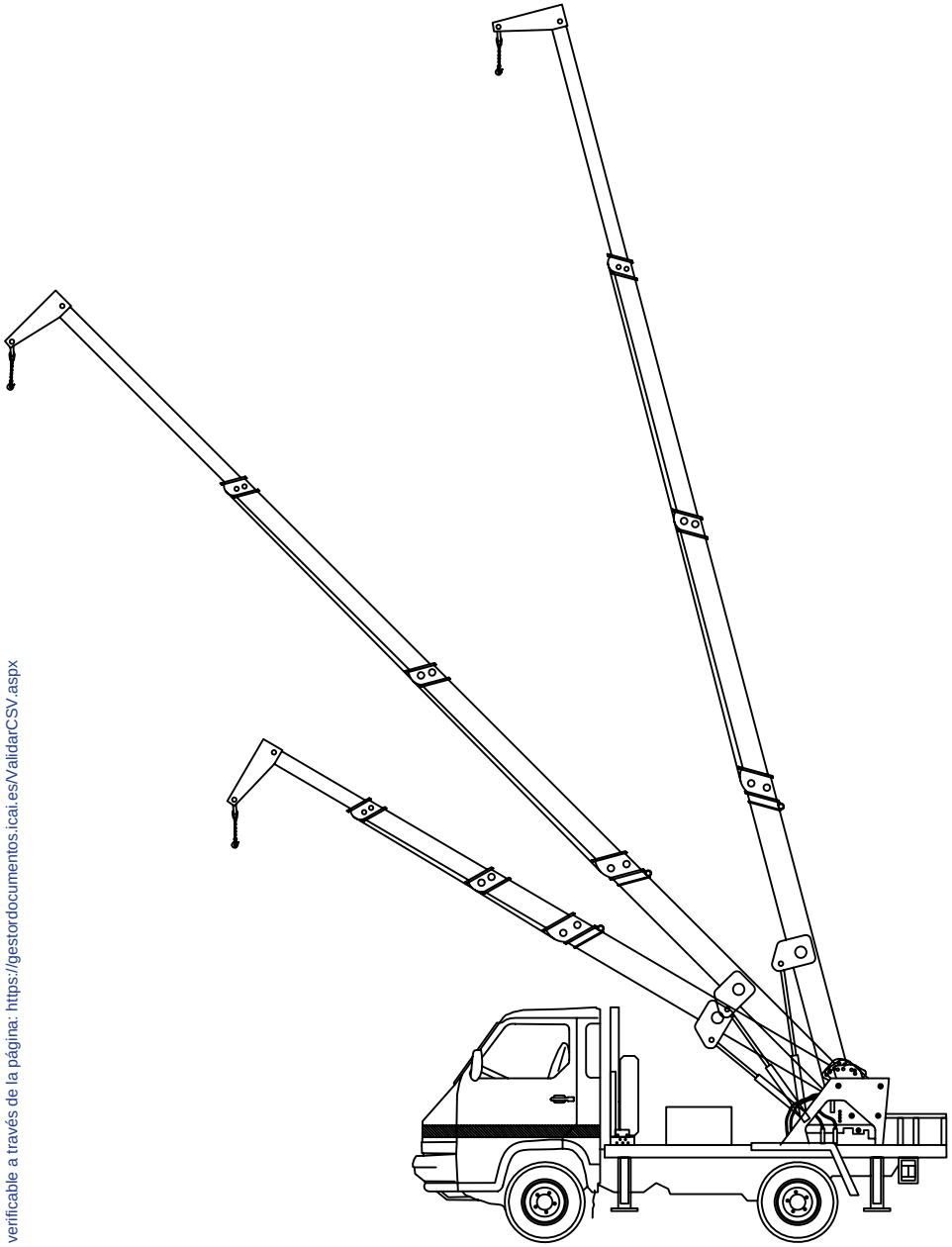
- El gancho de la grúa auxiliar estará dotado de pestillo de seguridad.

- El trabajador que deba cargar y descargar el camión deberá estar dotado de guantes de cuero.

-Se deben utilizar siempre las botas de seguridad.

- Las cargas en suspensión se deberán guiar mediante cabos de gobierno atados a ellas. Se debe evitar empujarlas directamente con las manos.

CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES



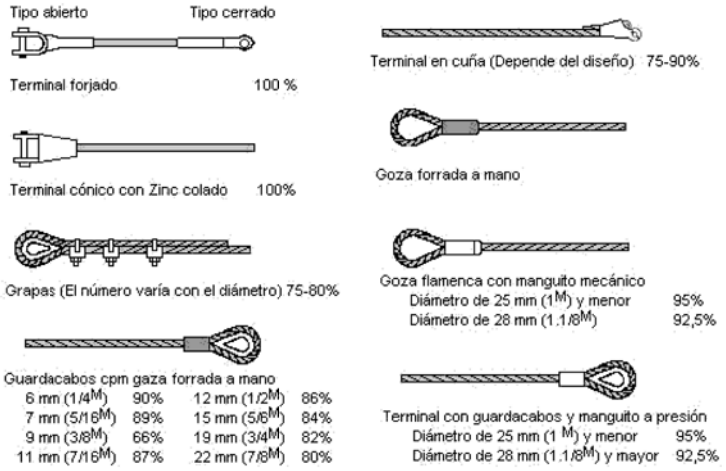
NORMAS DE SEGURIDAD:

- Antes de ubicar la grúa, se comprobará la resistencia del terreno, por el responsable en la obra.
- Antes de iniciar maniobras de descarga, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohibe expresamente, sobrepasar la carga admisible de acuerdo con el diagrama de cargas que estará en sitio visible para el maquinista.
- El gruísta tendrá siempre a la vista la carga suspendida. Si no fuese posible, las maniobras estarán dirigidas por un señalista.
- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán el 20%.
- Se prohibe arrastrar cargas.
- Se prohibe las maniobras combinadas (movimientos simultáneos del gancho y la pluma).
- Las cargas se guiarán con cabos de gobierno.
- Se prohibe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m. Y bajo cargas suspendidas, para los cual es conveniente balizar y señalizar la zona.
- La grúa, y en concreto las patas estabilizadoras y las ruedas no se aproximarán nunca a menos de 3 m. del borde de taludes.
- Se ascenderá y descenderá por los puntos diseñados (escaleras fijas o pátes).
- Para realizar las operaciones de mantenimiento la máquina permanecerá parada.
- La máquina dispondrá de señalización luminosa y acústica para la marcha atrás.
- La máquina dispondrá de extintor.
- En caso de presencia de líneas eléctricas aéreas se mantendrá la distancia de seguridad de 5 m., en caso de que haya riesgo de traspasar la zona de seguridad, se instalarán pórticos de balizamiento y protección.
- La elevación, giro o descenso de las cargas, deberá realizarse lentamente sin sacudidas bruscas.
- Durante la marcha de traslación del camión grúa, deberá permanecer colocado en freno de rotación.
- EN LAS MANIOBRAS, EL CONDUCTOR SERÁ AUXILIADO POR SEÑALISTAS.
- El maquinista no abandonará nunca su asiento sin haber dejado puesto el freno de tracción, el trinquete de seguridad del tambor de la pluma, sin desembragar el motor, y todas las palancas de movimiento en punto muerto.
- En caso de accidente por contacto con una línea eléctrica el gruista debe permanecer en la cabina, y esperar instrucciones, nunca debe intentar bajar.

CAMIÓN GRÚA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

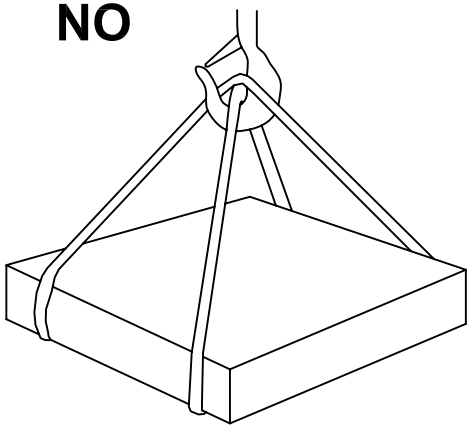
LAS ESLINGAS Y ESTRIBOS PUEDEN SER UTILIZADOS EN VARIAS FORMAS, COMO PUEDE VERSE EN LAS FIGURAS.



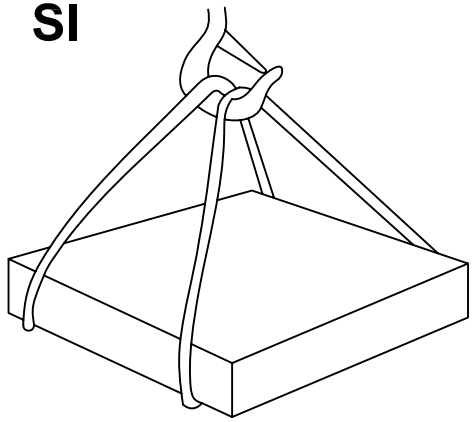


NUNCA DEBEN CRUZARSE LAS ESLINGAS, ES DECIR, QUE NO SE DEBEN MONTAR UNAS SOBRE OTRAS, PORQUE PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA QUE QUEDA APRISIONADA.

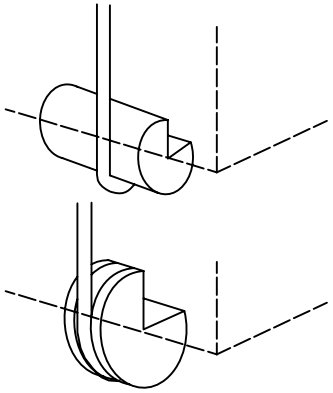
NO

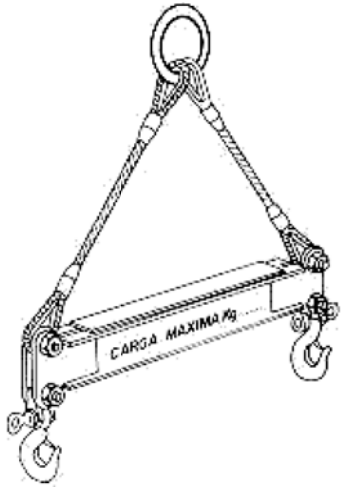


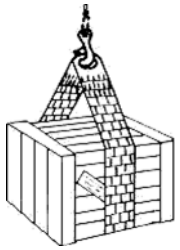
SI



CANTONERAS DE PROTECCIÓN DE ARISTAS.







OBSERVACIONES:

- La carga debe estar correctamente enganchada, para evitar su caída.
- Las eslingas y receptáculos deben ser adecuados.
- Los cables deben estar en buen estado para evitar su rotura durante la elevación.
- Al final del recorrido deben colocarse topes o dispositivos de parada automática, de forma que el recipiente o la carga no choque o caiga.
- También deben tenerse las prevenciones referidas a caídas de altura, atrapamientos o golpes por las partes mecánicas y descarga eléctrica.
- Quienes manejen las máquinas deben estar capacitados. Los trabajadores deben subir por un lugar diferente y no con el equipo.
- Cuando se recibe el material, es necesario estar enganchado a un punto fijo del edificio mediante el cinturón de seguridad (preferentemente grapas amuradas al hormigón), y deben utilizarse ganchos para atraer el tacho o estiba.

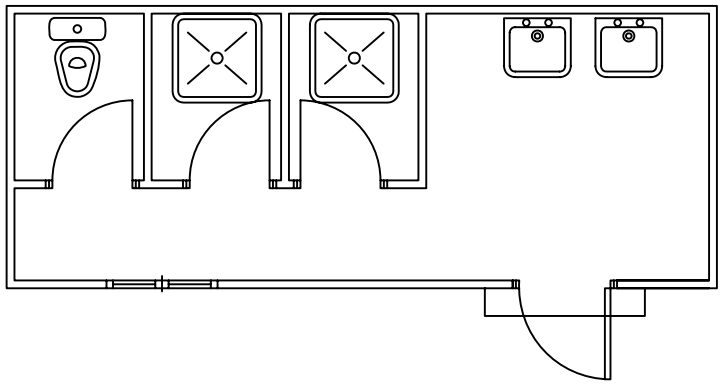
Esto evita asomarse mucho a lugares desde donde se puede caer, o que lo arrastre el tacho.

- Los lugares de carga y descarga estarán libres de material y escombros, y estarán bien iluminados; los lugares de descarga deben contar con barandas fijas (con travesaños a 70 cm. y 1,40 m.), dejando un espacio pequeño de barandas móviles que permitan entrar la carga.
- Las cargas no deben ser superiores a lo que el equipo especifica, y deben estar firmes y seguras.
- Los materiales sueltos, como los ladrillos u otros, deben moverse en recipientes de borde cerrados (tipo ***"parihuela"***), para evitar caídas.
- En caso de ramales inclinados, deberá verificarse la carga de cada ramal.
- Los ángulos entre ramales no sobrepasarán los 90 grados, se evitarán eslingas cortas .
- Los enganches no permitirán el deslizamiento de la carga, empleando distanciadores si es necesario. Los cables no formarán ángulos agudos, equipándose con guardacabos apropiados.
- Las eslingas no se apoyarán sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales no deberán cruzarse, no montarán unos sobre otros.
- Antes de la elevación completa, deberá tensarse suavemente.
- La eslinga no deberá estar sometida a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a 60º o a 80º si es de acero.

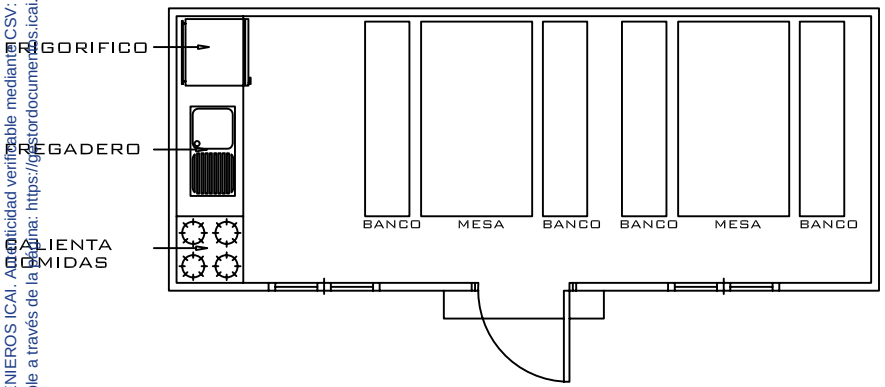
SUSTENTACIÓN DE CARGAS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

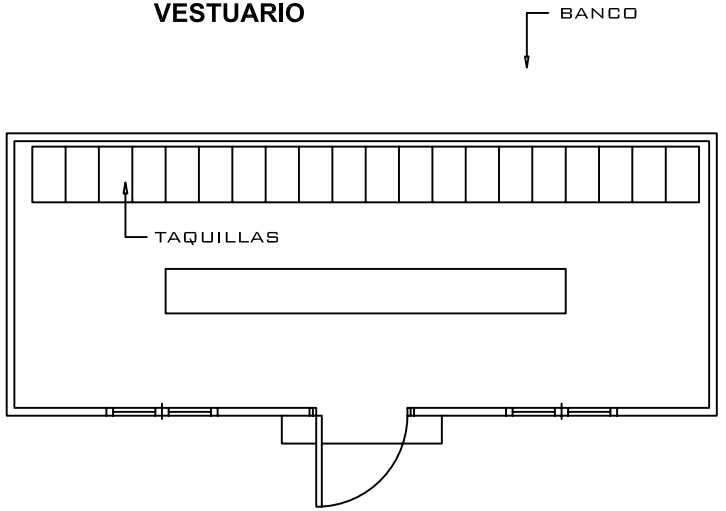
MÓDULOS PREFABRICADOS
ASEO HASTA 25 TRABAJADORES



MÓDULOS PREFABRICADOS
COMEDOR



MÓDULOS PREFABRICADOS
VESTUARIO





La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.

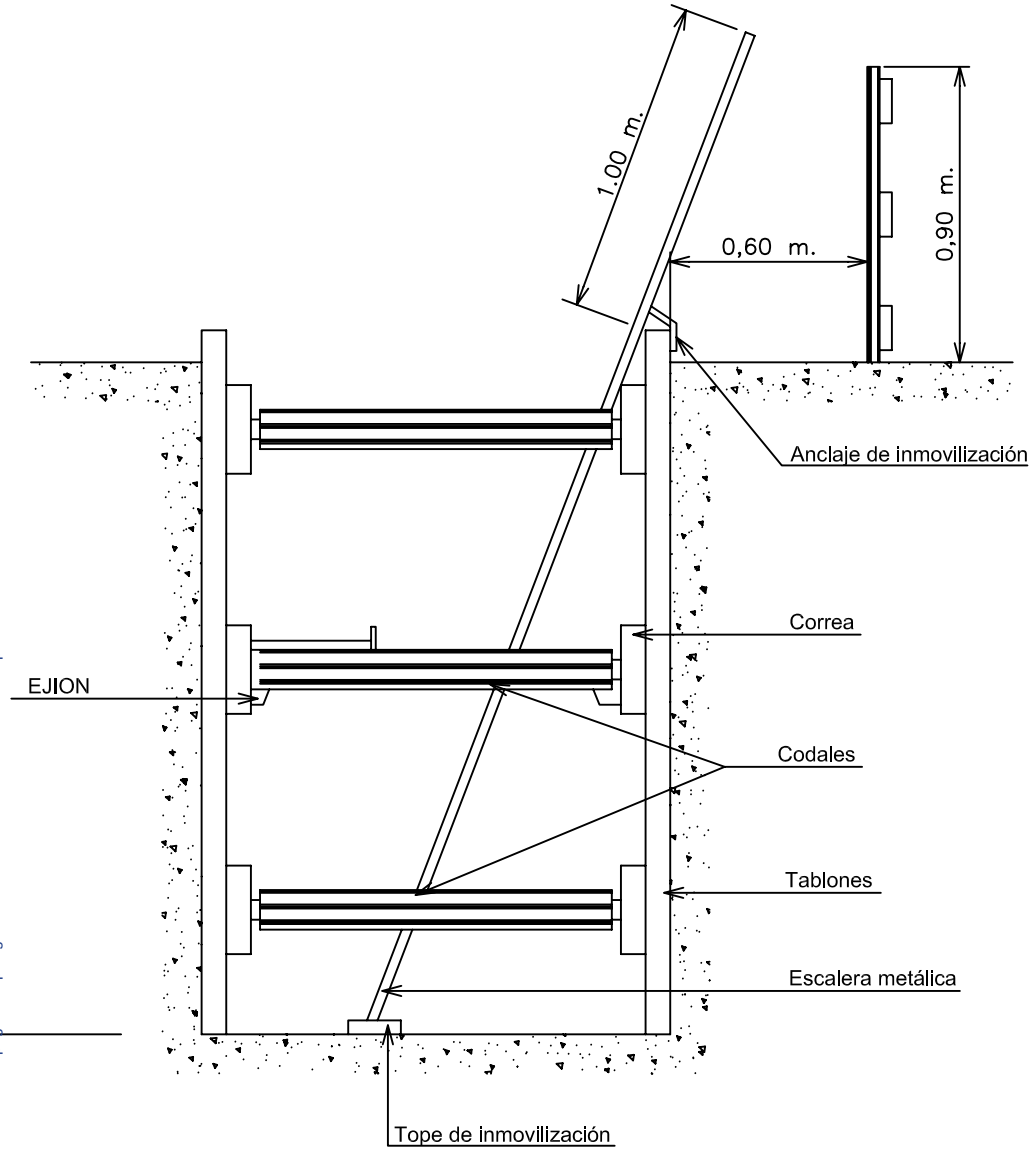
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siendo orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



OBRSERVACIONES:

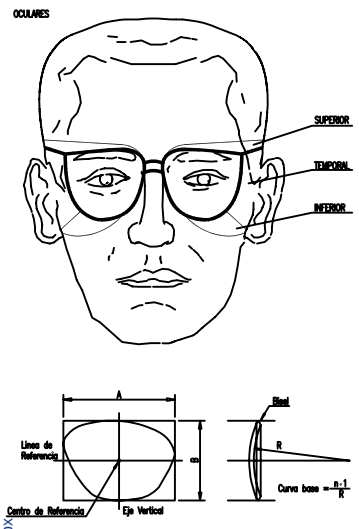
- La entibación se ejecutará a continuación de la excavación.
- Se acopiará material de entibación en cantidad suficiente para caso de emergencias. El acopio de materiales y las tierras extraídas en corte de profundidad mayor de 1,30 m., se dispondrán a distancia no menos de 2 m. del borde del corte y alejados de sótanos. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán así como las paredes de las excavaciones correspondientes.
- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales cuando se hayan aflojado, así mismo se comprobarán que están expedidos los cauces de aguas superficiales.
- Se extremarán estar prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- Las zanjas de más de 1,30 m. de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen 1 m. sobre el nivel superior del corte. Disponiendo una escalera por cada 30 m. de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstrucción y correctamente arriostrada transversalmente.
- Si hay conducciones de servicios que haya que sustentar no se hará de los codales.
- El acodalado horizontal de las entibaciones se realizará mediante codales normales a las caras de entibación.
- Si la entibación es parcial, debe llegar como mínimo hasta la mitad de la profundidad de la zanja y cubrir 1/3 de la altura de la misma.
- En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma verticas ni sin casco de seguridad.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios, en función de las herramientas que emplean.
- En cortes de profundidad mayor de 1,30 m. las entibaciones deberán sobrepasar, com mínimo 20 cm. el nivel superficial del terreno y 75 cm. en el borde superior de laderas.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los codales cargas, como conducciones, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de los pozos de profundidad mayor de 1,30 m. con un tablero resistente, red o elemento equivalente.
- En general las entibaciones o parte de estas se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales empezando por la parte inferior del corte.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada tramo el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipos de salvamento. Así como otros medios que puedan servir para eventualmente o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la ordenanza genera de seguridad e higiene en el trabajo y de las ordenanzas municipales.

ENTIBACIÓN

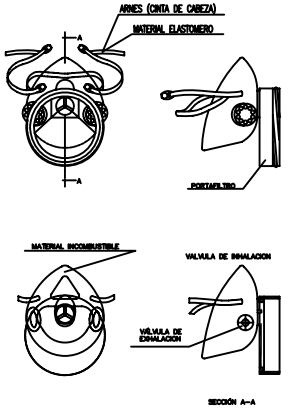
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXDZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKBIXQZ9CLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

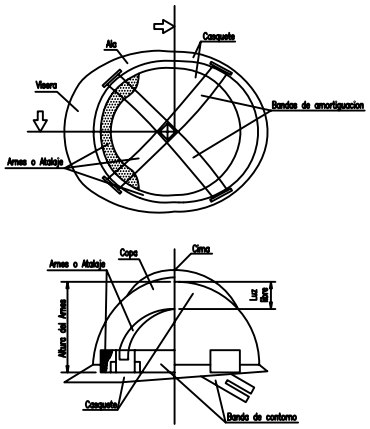
PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)



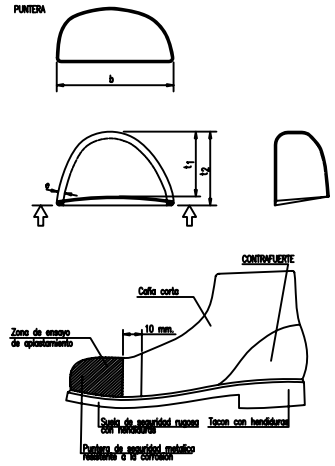
MASCARILLA ANTIPOLVO



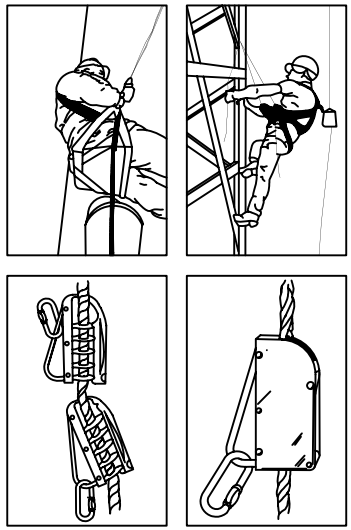
PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)



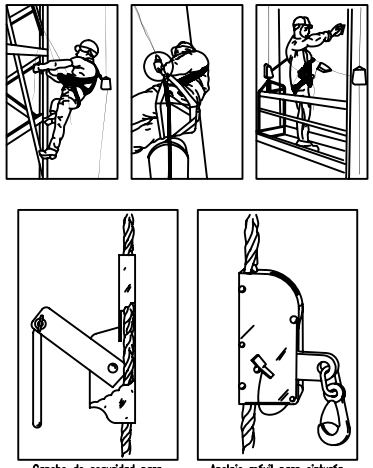
PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS DE SEGURIDAD –REFUERZOS –)



ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro automáticos anticaidas)



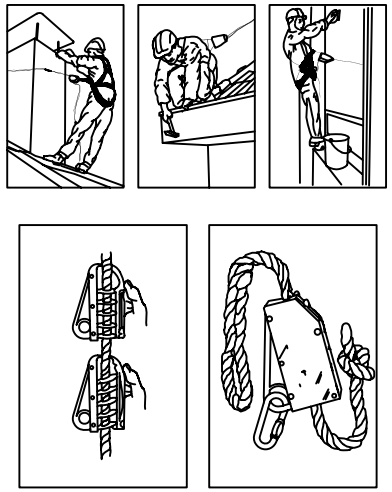
CINTURON DE SEGURIDAD (Anclajes anticaidas)



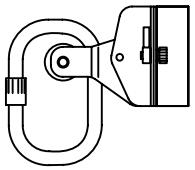
Gancho de seguridad para escaleras

Anclaje móvil para cinturón de seguridad

ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)



MOSQUETON DE ENGANCHE A LINEA DE VIDA

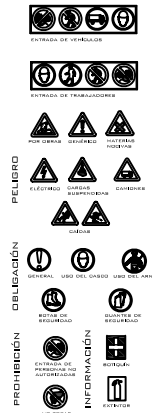


COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Linea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Protección de huecos de ventana
11. Red de fachada, ona

INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

12. Instalaciones de higiene y bienestar
13. Acopios
14. Grúa torre
15. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
16. Contenedor de escombros
17. Andamio de borriquetas
18. Trompa de vertido
19. Plataforma elevadora
20. Puntales
21. Pasarelas
22. Camión grúa



La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación:

Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.

Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

OBSERVACIONES:

- HAN DE APOYARSE EN SUPERFICIES PLANAS Y ESTABLES Y TENER ZAPATAS ANTIDESLIZANTES EN SU BASE.

- LA PARTE SUPERIOR SE SUJETARÁ AL PARÁMETRO SOBRE EL QUE SE APOYA.

- LAS ESCALERAS DE MANO FORMARÁN UN ÁNGULO APROXIMADO DE 75º CON LA HORIZONTAL.

- DEBEN SOBREPASAR UN METRO EL PUNTO SUPERIOR DE APOYO.

- LOS TRABAJOS EN ESCALERA A MÁS DE 3,5 m. DE ALTURA SE EFECTUARÁN CON CINTURÓN DE SEGURIDAD.

- LAS OPERACIONES DE SUBIDA Y BAJADA SE REALIZARÁN FRENTE A LA ESCALERA.

- NO SE SUBIRÁ NI BAJARÁ DE ESCALERAS CON MATERIALES PESADOS NI HERRAMIENTAS EN LAS MANOS, SINO UTILIZANDO CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.

- LAS ESCALERAS HAN DE REVISARSE PERIÓDICAMENTE Y HAN DE TENER LA RESISTENCIA NECESARIA PARA QUE SU USO NO SUPONGA UN RIESGO DE CAÍDA POR ROTURA.

- LAS ESCALERAS DE MADERA NO DEBEN PINTARSE, YA QUE SE PUEDEN TAPAR DEFECTOR Y ROTURAS. SÓLO SE ADMITE BARNIZ TRANSPARENTE.

- LOS LARGUEROS SERÁN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDAÑOS ESTARÁN ENSAMBLADOS Y NO CLAVADOS.

- NUNCA UTILIZARÁN ESCALERAS SIN ALGÚN PELDAÑO O CON PELDAÑOS DETERIORADOS.

- LAS MESAS, SILLAS, ESTANTERÍAS, ETC., NO ESTÁN DISEÑADAS PARA GARANTIZAR LA ESTABILIDAD Y RESISTENCIA DE UNA PERSONA DE PIÉ SOBRE ELLAS, LUEGO NO SE UTILIZARÁN EN SUSTITUCIÓN DE ESCALERAS DE MANO.

- NUNCA SE URASÁR LA ESCALERA DE MANO CON ESCALONES DEFORMADOS O QUE FALTEN.

- NUNCA SE USARÁ LA ESCALERA DE MANO CON GRASA, ACEITE Y OTRA SUSTANCIA RESBALOSA EN ESCALONES O RIELES.

- LOS ESPACIOS ENTRE ESCALONES DEBEN SER IGUALES Y DE 30 cm. COMO MÁXIMO.

- LAS ESCALERAS DE MANO DEFECTUOSAS QUE NO PUEDAN REPARARSE EN EL LUGAR MISMO DEBEN SACARSE DE SERVICIO Y SE LES DEBE COLOCAR UNA ETIQUETA.

- SI LA ESCALERA DE MANO NO ES LO SUFICIENTEMENTE ALTA PARA EXTENDERSE 1 m. HACIA ARRIBA, ENTONCES DEBE ATARSE Y DEBE HABER UN LARGUERO SEGURO QUE SIRVA DE PASAMANO.

- PARA CADA METRO DE ALTURA DE EDIFICIO, LA BASE DE LA ESCALERA DEBE COLOCARSE A 0,25 m. DE DISTANCIA DEL EDIFICIO.

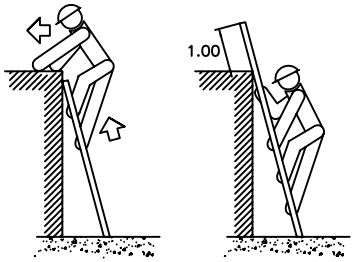
- LAS SUPERFICIES IDEALES SON EL ALISADO DE CEMENTO O LA TIERRA COMPACTA PARA FIJAR LA ESCALERA DE MANO.

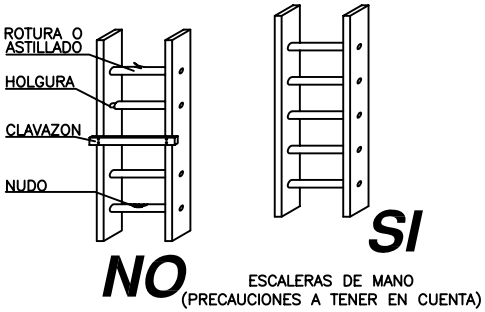
- AL FIJAR LA ESCALERA SE DEBEN EVITAR ROCAS INESTABLES, ARENA SUELTA, BARRO Y HIELO.

- MIRE HACIA LA ESCALERA AL SUBIR O BAJAR.

- MANTENER AL MENOS UNA MANO EN LA ESCALERA EN TODO MOMENTO, AL SUBIR O BAJAR.

- SI LA ESCALERA NO TIENE PIES RESISTENTES A RESBALAR, CAVE UNA PEQUEÑA ZANJA Y COLOQUE LA BASE DE LA ESCALERA EN LA ZANJA PARA QUE NO RESBALE.



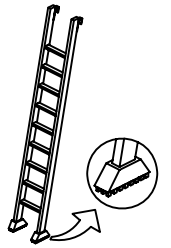


ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)

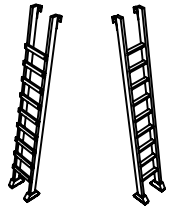
PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO



NO SE DEBE REALIZAR EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.

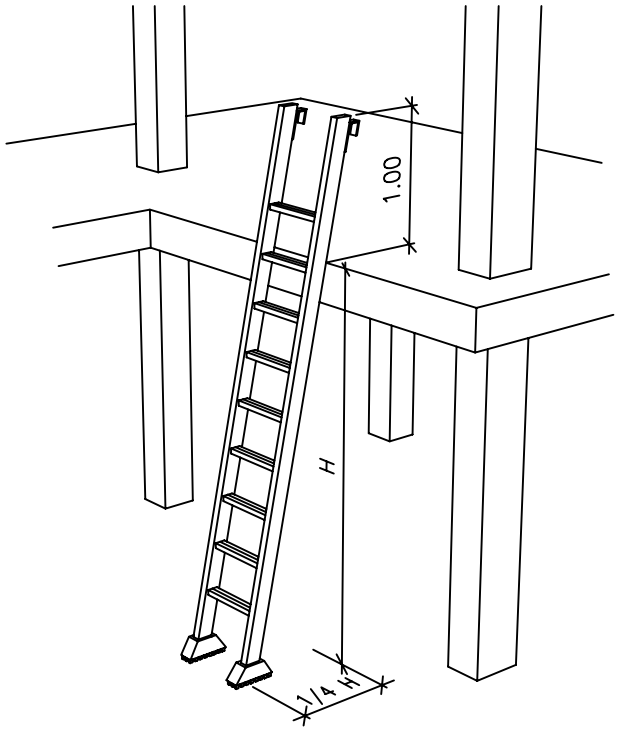


BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD



LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDANOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS

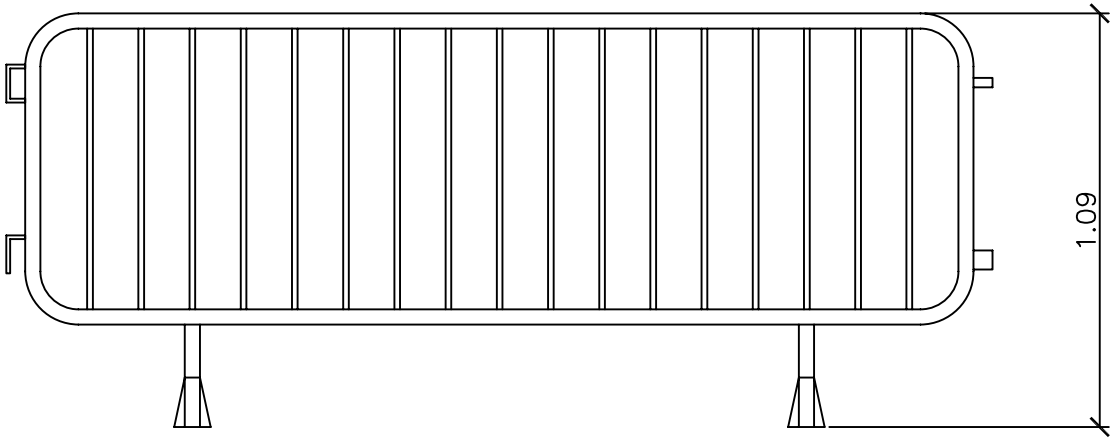
POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO



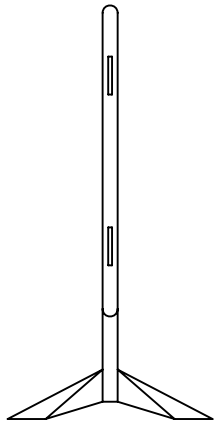
ESCALERA DE MANO

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

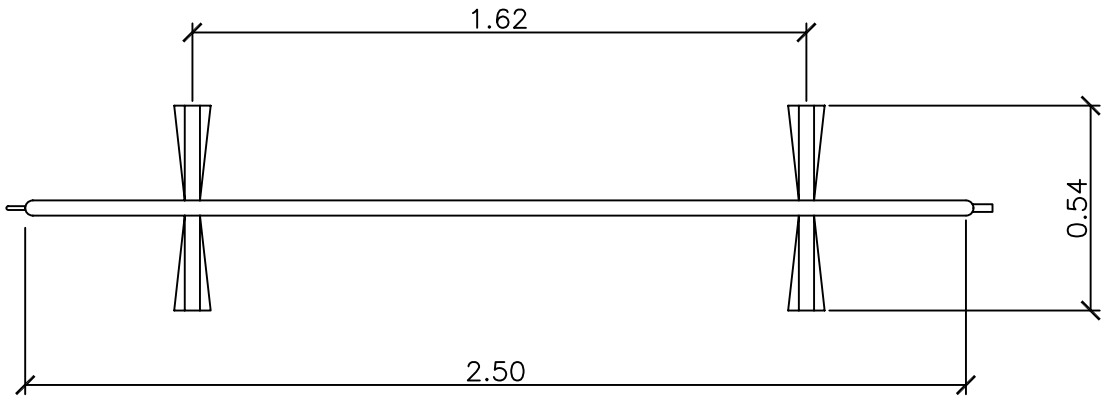
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



ALZADO



PERFIL

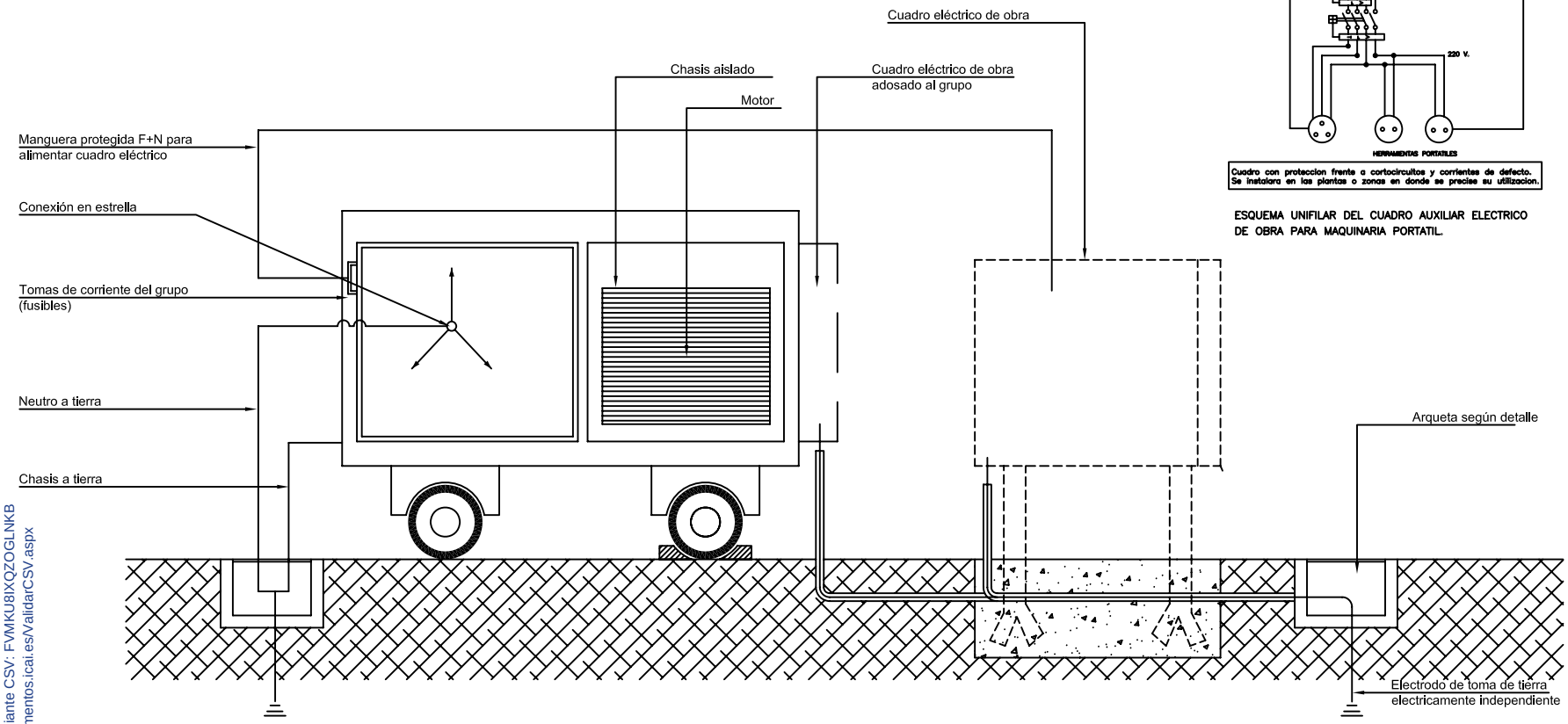


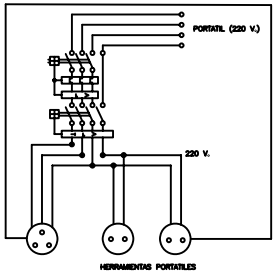
PLANTA

VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO

ESCALA: 1/20

ESQUEMA PARA USO DE GRUPO ELECTRÓGENO PROVISIONAL Y DE EMERGENCIA POR CORTE ACCIDENTAL DEL FLUIDO ELÉCTRICO



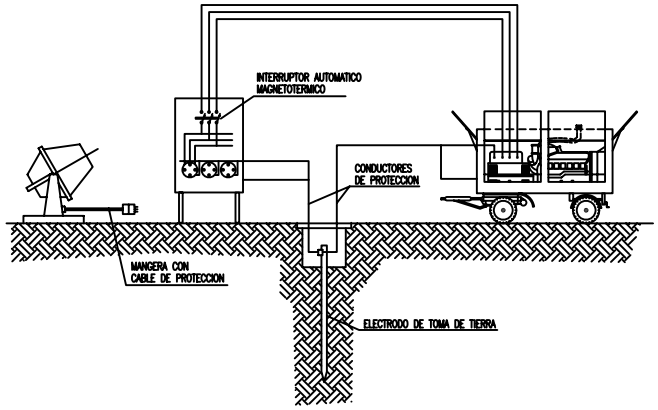


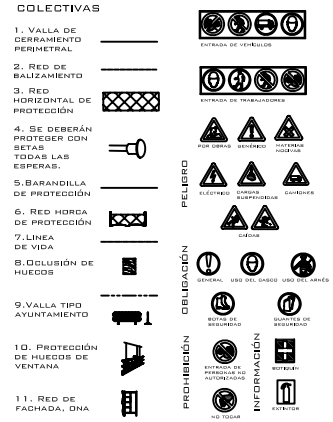
Cuadro con proteccion frente a cortocircuitos y corrientes de defecto. Se instalara en las plantas o zonas en donde se precise su utilizacion.

ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO AUXILIAR ELECTRICO DE OBRA PARA MAQUINARIA PORTATIL.

NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- EN EL MOMENTO DE LA CONTRATACIÓN DEL GRUPO ELECTRÓGENO, SE PEDIRÁ INFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE QUE ESTÁ DOTADO PARA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS.
- SI EL GRUPO NO LLEVA INCORPORADO NINGÚN ELEMENTO DE PROTECCIÓN SE CONECTARÁ A UN CUADRO AUXILIAR DE OBRA, DOTADO CON UN DIFERENCIAL DE 300 MA PARA EL CIRCUITO DE FUERZA Y OTRO DE 30 MA PARA EL CIRCUITO DE ALUMBRADO, PONIENDO A TIERRA, TANTO AL NEUTRO DEL GRUPO COMO AL CUADRO.
- TANTO LA PUESTA EN OBRA DEL GRUPO, COMO SUS CONEXIONES A CUADROS PRINCIPALES O AUXILIARES, DEBERÁ EFECTUARSE CON PERSONAL ESPECIALIZADO.
- OTROS RIESGOS ADICIONALES SON EL RUIDO AMBIENTAL, LA EMANACIÓN DE GASES TÓXICOS POR EL ESCAPE DEL MOTOR Y ATRAPAMIENTOS EN OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.
- EL RUIDO SE PODRÁ REDUCIR SITUANDO EL GRUPO LO MÁS ALEJADO POSIBLE DE LAS ZONAS DE TRABAJO.
- REFERENTE AL RIESGO DE INTOXICACIÓN SU UBICACIÓN NUNCA DEBE SER EN SÓTANOS O COMPARTIMENTOS CERRADOS O MAL VENTILADOS.





La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nocivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

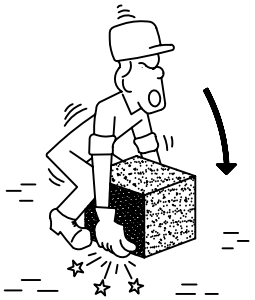
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriecad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

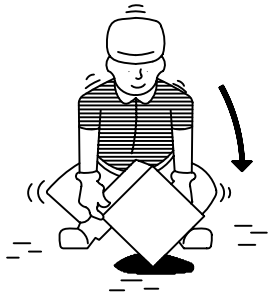
INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

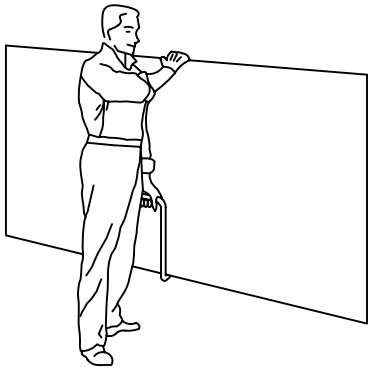
FORMA DE CARGA MANUAL



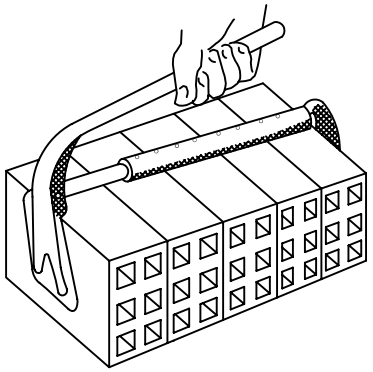
Incorrecto



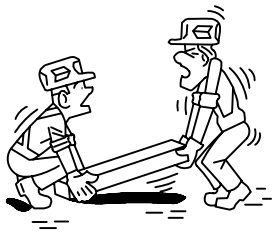
Correcto



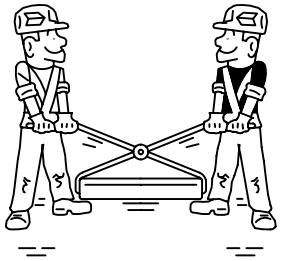
Transporte de placas



Pinza para ladrillos



Incorrecto



Correcto

MANIPULACIÓN DE ELEMENTOS EN LA OBRA



Incorrecto



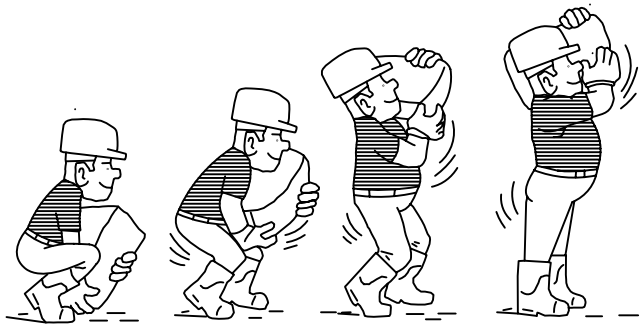
Correcto



Incorrecto



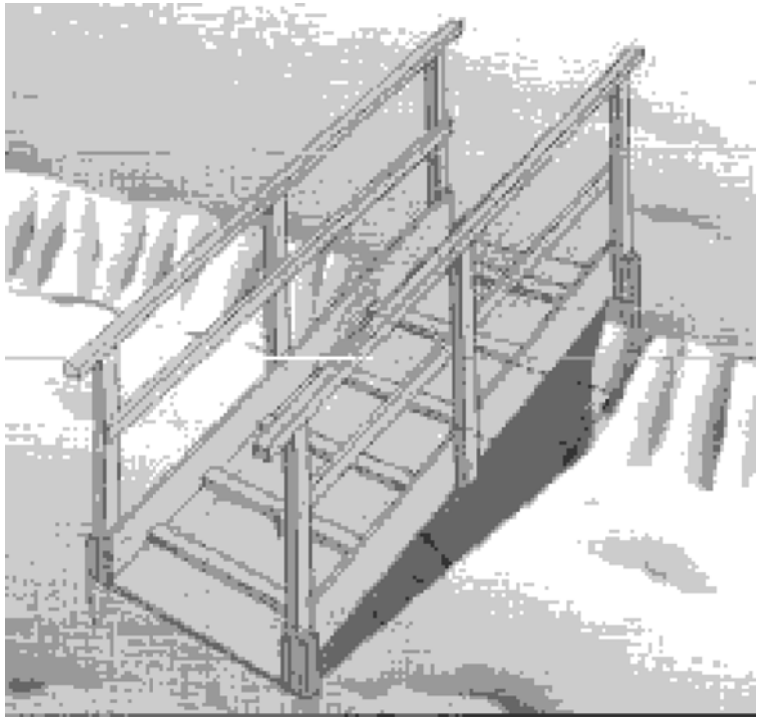
Correcto

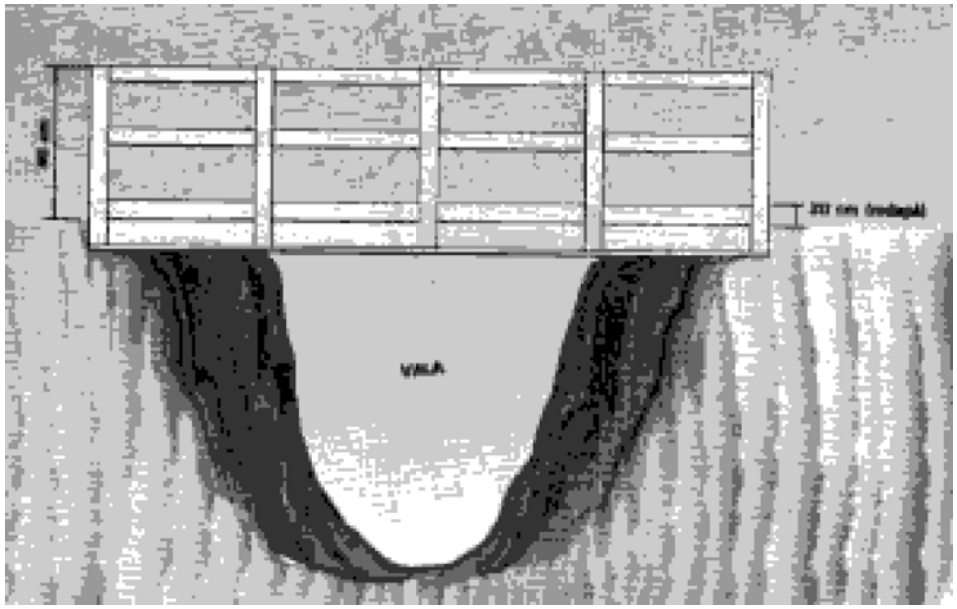


Izado correcto de cargas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

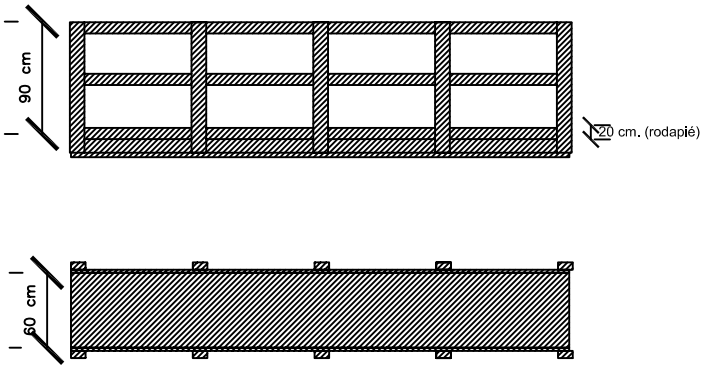
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV.: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





OBSERVACIONES:

- La pasarela debe tener un ancho de 60 cm. mínimo.
- Debe tener barandillas a ambos lados de la pasarela para impedir el riesgo de caídas a distinto nivel.
- La pasarela se fijará en ambos extremos para impedir desplazamientos y vuelcos.
- Las barandillas que protegen la pasarela deberan tener un rodapié de 20 cm.
- Se desecharán aquellas pasarelas que presenten deterioros y puedan suponer riesgos adicionales en su uso.
- Se revisará diariamente su situación y estado.
- Queda prohibido el acopio de materiales u otros elementos de obra sobre las plataformas, asi como sus inmediaciones.
- Se prohibe su uso para funciones distintas para las que estan diseñadas.
- Las barandillas tendrán una altura de 90 cm. y constarán de barandilla intermedia.
- La superficie de la plataforma será continua y sin ningún resalte, además será antideslizante.



PASARELA

SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

SEÑALES DE OBLIGACIÓN



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES



VÍA OBLIGATORIA PARA PEATONES



Obligación general



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de las vías respiratorias



Protección obligatoria del oído

SEÑALES DE PROHIBICIÓN



No tocar



Prohibido el paso a los peatones



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Prohibido circular bajo cargas suspendidas



PROHIBIDO APARCAR



PROHIBIDO FUMAR.



PROHIBIDO ENCENDER FUEGO.

SEÑALES DE BALIZAMIENTO



Peligro por obras



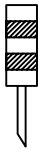
Peligro escalón lateral



Peligro badén



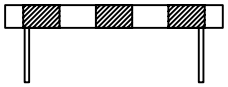
Cono de señalización



Baliza vertical reflectante



Parada obligatoria "STOP"



Baliza horizontal



Dirección prohibida

SEÑALES DE LUCHA CONTRA INCENDIOS, SALVAMENTO Y SOCORRO



Extintor de incendios



Primeros auxilios

SEÑALES DE PELIGRO



Peligro de cargas suspendidas



Peligro genérico



Peligro caídas al mismo nivel



Peligro paso de carretillas



Peligro eléctrico



Materia nocivas o irritantes



Materia inflamables



Peligro caídas a distinto nivel



Materias tóxicas



Materias corrosivas



La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES DE PELIGRO (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
SEMAFOROS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	ELEMENTO DE SEÑALIZACION
VELOCIDAD MAXIMA	40	NEGRO	AMARILLO	ROJO	
GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	BLANCO	
GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO		ROJO	AZUL	ROJO	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	

SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81.501)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES DEL SIMBOLO	COLORES DE SEGURIDAD	COLORES DE CONTRASTE	SEÑAL DE SEGURIDAD
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASARN A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Línea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Protección de huecos de ventana
11. Red de fachada, ona

INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

12. Instalaciones de higiene y bienestar
13. Acopios
14. Grúa torre
15. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vibente)
16. Contenedor de escombros
17. Andamio de borriquetas
18. Trompa de vertido
19. Plataforma elevadora
20. Puntales
21. Pasazanjas
22. Camión grúa



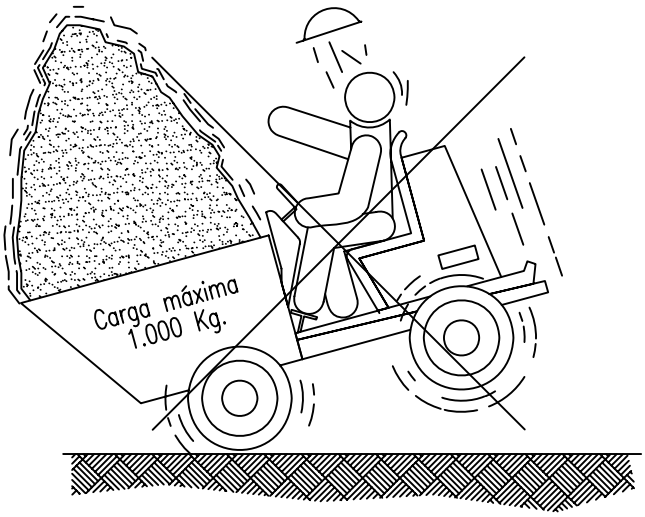
La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias novivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

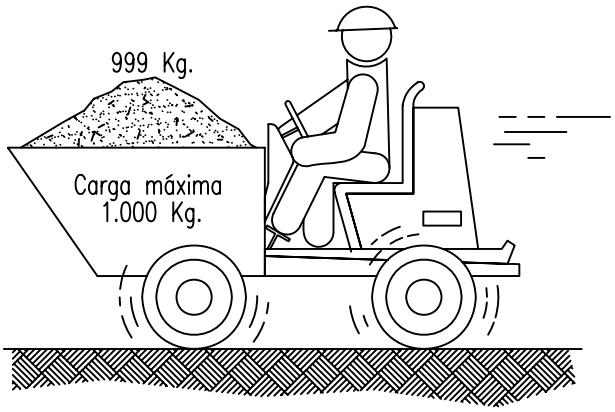
La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

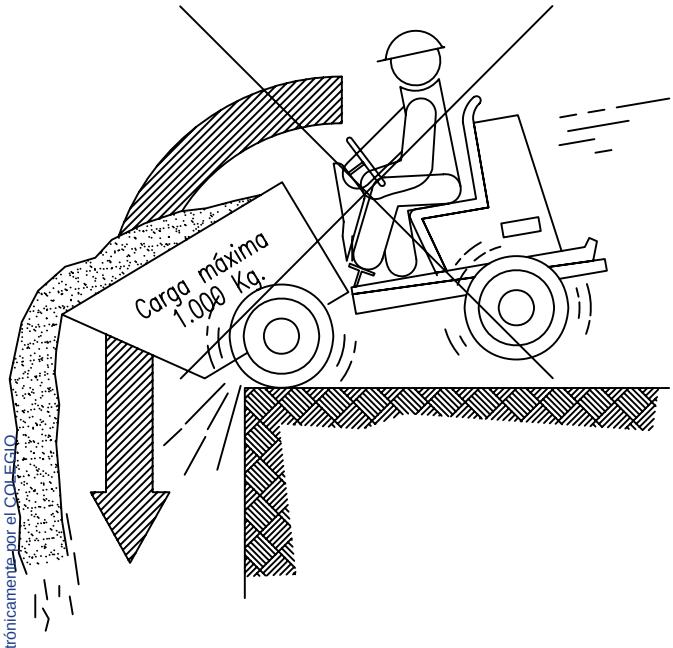
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

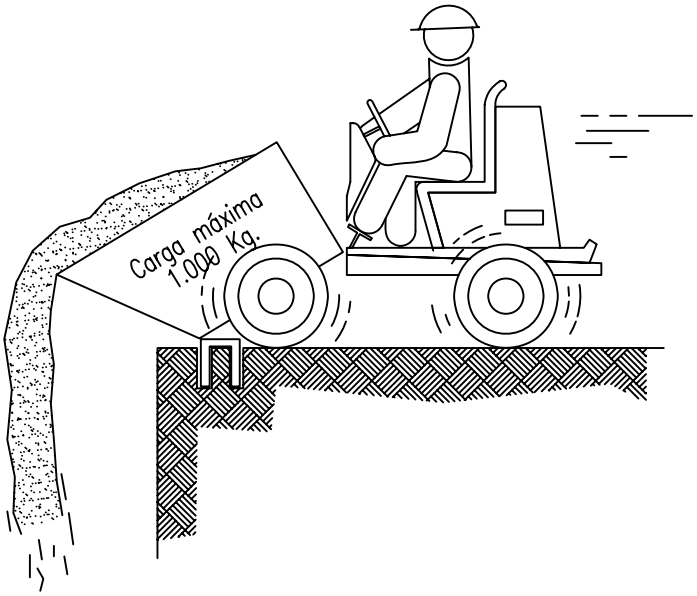
Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

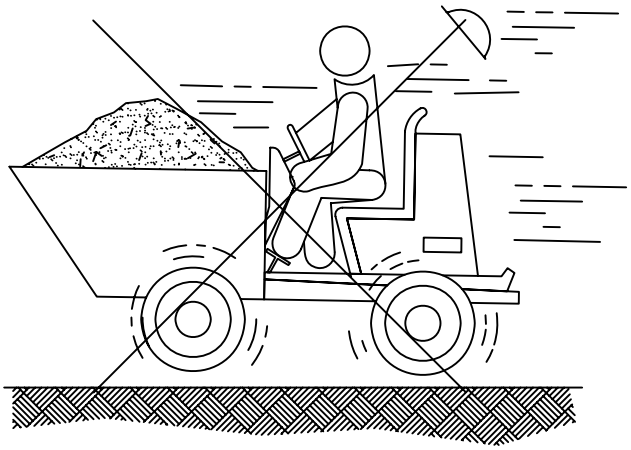
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

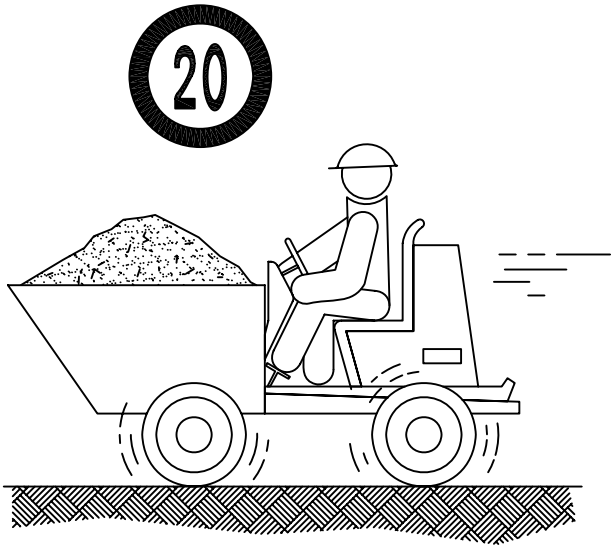










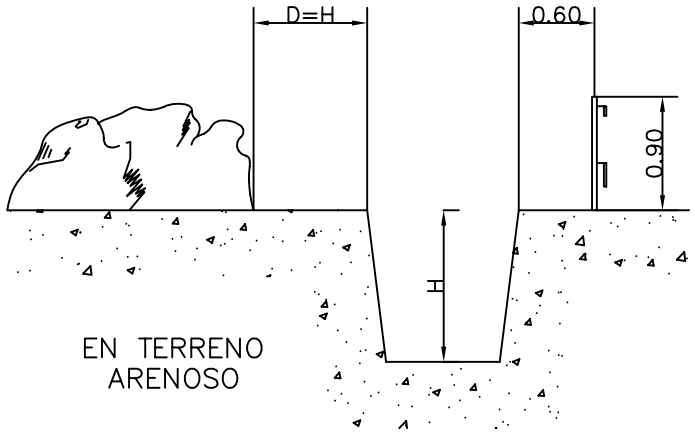


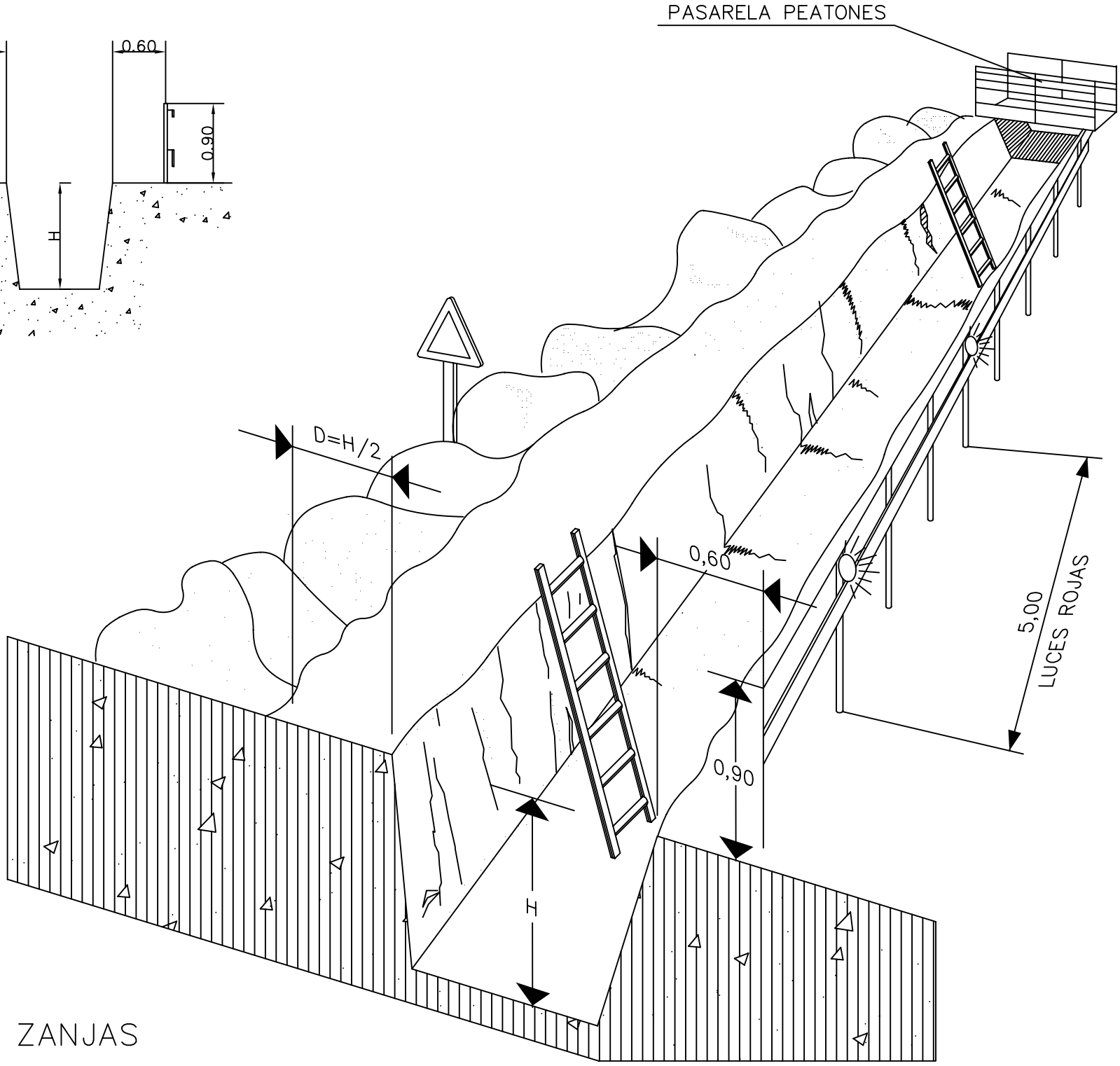
NO

SI

PRECAUCIONES MAQUINARIA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx





PROTECCION EN ZANJAS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



COMIENZO.
ATENCIÓN.
TOMA DE MANDO.

Los brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.



ALTO.
INTERRUPCIÓN.
FIN DEL MOVIMIENTO.

El brazo derecho extendido hacia arriba la palma de la mano derecha hacia delante.



FIN DE LAS OPERACIONES.

Las manos juntas a la altura del pecho



DISTANCIA HORIZONTAL.

Las manos indican la distancia.



BAJAR.

Brazo derecho extendido hacia abajo, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un circulo.



IZAR.

Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un circulo.



HACIA LA DERECHA:
CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES.

El brazo derecho extendido más o menos horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.



HACIA LA IZQUIERDA:
CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES.

El brazo izquierdo extendido más o menos horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.



DISTANCIA VERTICAL.

Las manos indican la distancia.



AVANZAR.

Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.



RETROCEDER.

Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alijándose del cuerpo.



PELIGRO.
ALTO O PARADA DE EMERGENCIA.

Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.



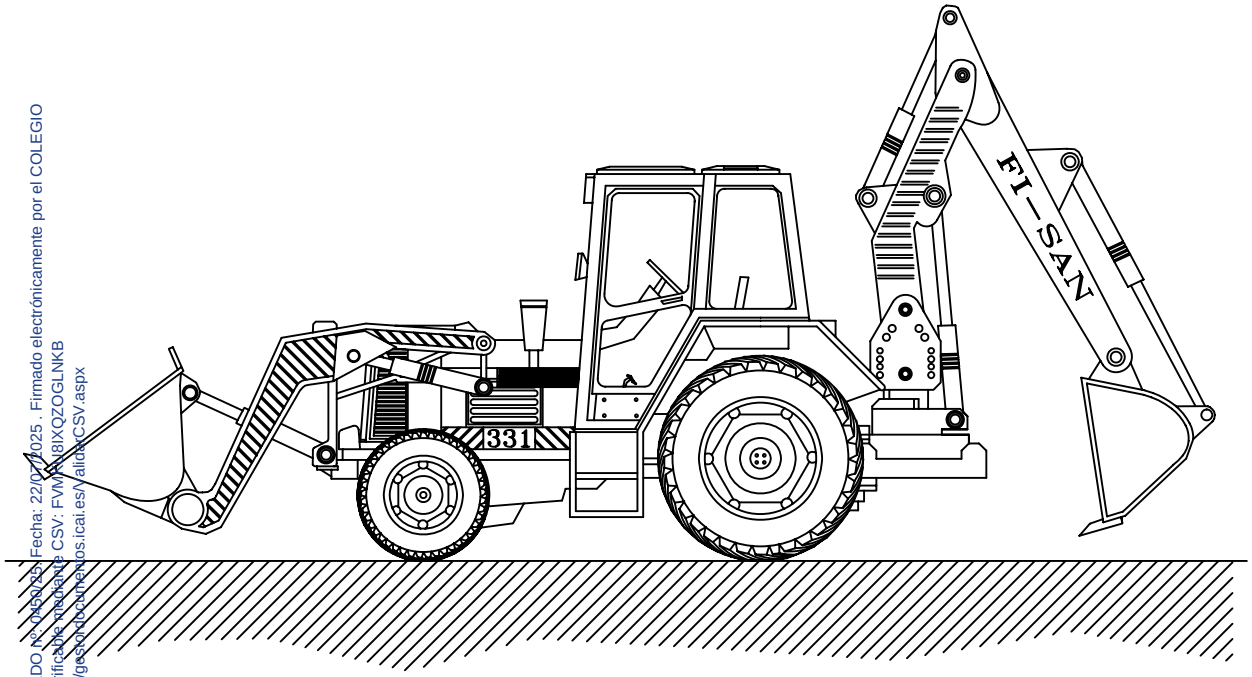
La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguiridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx



MEDIDAS PREVENTIVAS:

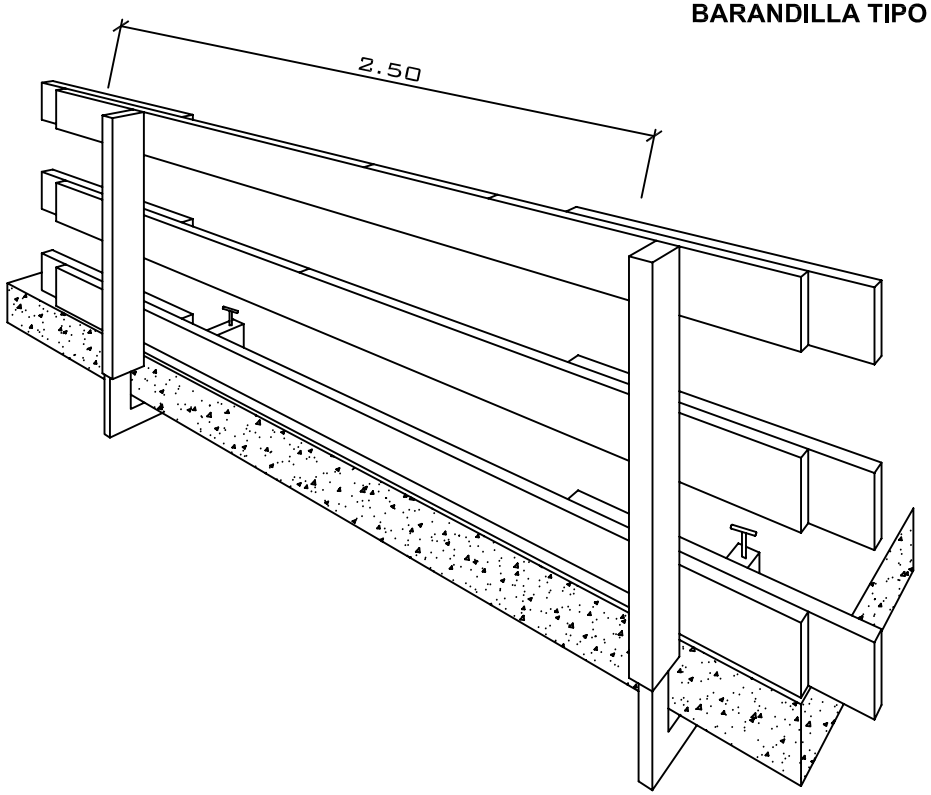
- Nunca se debe saltar de la máquina. Se deben utilizar los medios instalados para bajar y emplear ambas manos para sujetarse.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Ajustese el cinturón de seguridad y el asiento.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Evite siempre que sea posible manipular con el motor caliente cuando alcanza su temperatura, cualquier contacto puede ocasionar quemaduras graves.
- Mirar continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos durante la marcha atrás.
- No trate de realizar ajustes si se puede evitar, con el motor de la máquina en marcha.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- El sistema de enfriamiento contiene álcali, evite su contacto con la piel y los ojos.
- No suelde o corte con soplete, tuberías que contengan líquido inflamables.
- No intente subir o bajar de la máquina si va cargado con suministros o herramientas.
- No realice modificaciones, ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina. Que perjudiquen la seguridad.
- Utilice gafas de protección cuando golpee objetos, como pasadores, bulones, etc...
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores, ... si existen, eliminelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Deberán llevar una carcasa de protección y resguardo que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- No se debe permitir el acceso a la máquina a personas no autorizadas.
- En las labores de mantenimiento debe apoyarse la cuchara, parar el motor y poner el freno de mano y bloqueo de la máquina.
- No se debe guardar combustible ni trapos grasientos o algodones en la máquina con el fin de evitar incendios.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos en la batería.
- No se debe manipular el sistema eléctrico hay que desconectar la máquina extrayendo primero la llave de contacto.
- No debe liberarse los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se ha instalado tacos de inmovilización de las ruedas.
- Está prohibido utilizar el brazo articulado de la máquina para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- En los trabajos en zanjas, en los que resulte imposible ver directamente la zona de trabajo, solo se operará bajo las ordenes de un señalista.
- Estacione la máquina en una superficie nivelada.
- Cierre bien la máquina, quite todas las llaves y asegure la máquina contra la utilización de personal no autorizado y vandalismo.

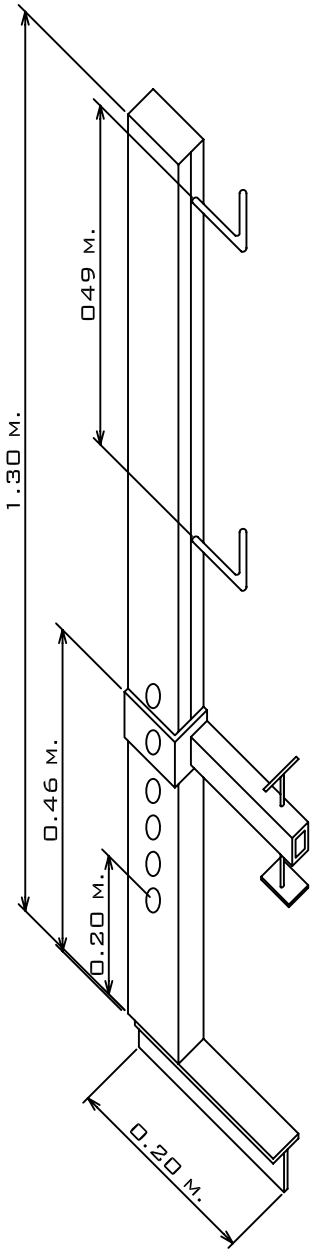
RETRO-PALA

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO Nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKA8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestion.documentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

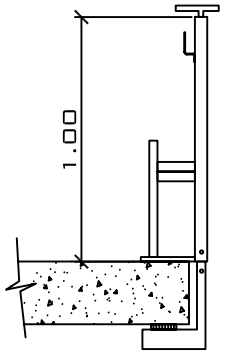
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

BARANDILLA TIPO SARGENTO

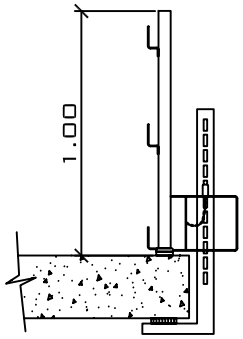




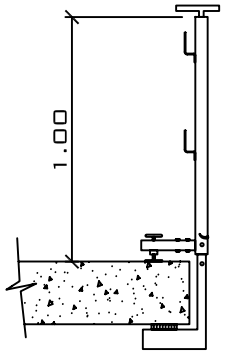
SOPORTE TIPO 1



SOPORTE TIPO 2



SOPORTE TIPO 3

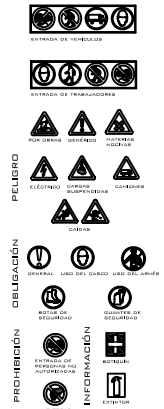


COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Línea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Protección de huecos de ventana
11. Red de fachada, ona

INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

12. Instalaciones de higiene y bienestar
13. Acopios
14. Grúa torre
15. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
16. Contenedor de escombros
17. Andamio de borriquetas
18. Trompa de vertido
19. Plataforma elevadora
20. Puntales
21. Pasazanjas
22. Camión grúa



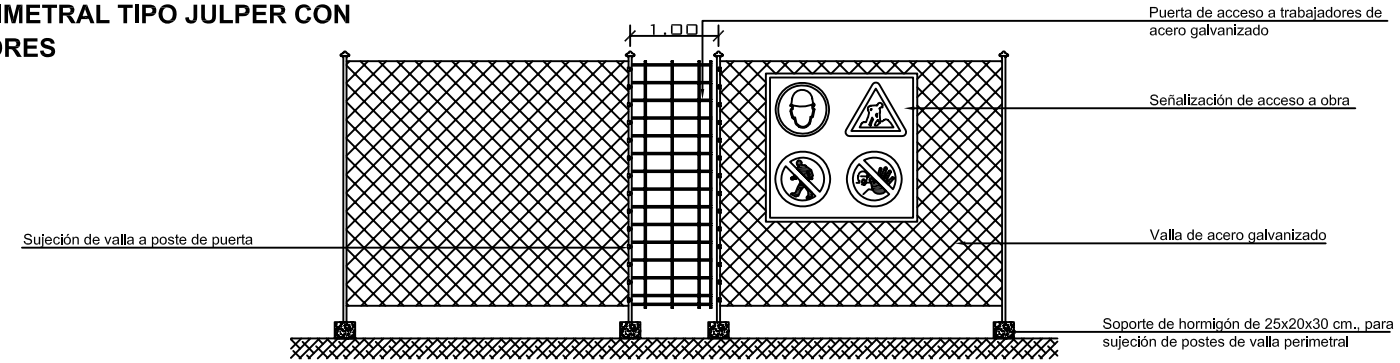
La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

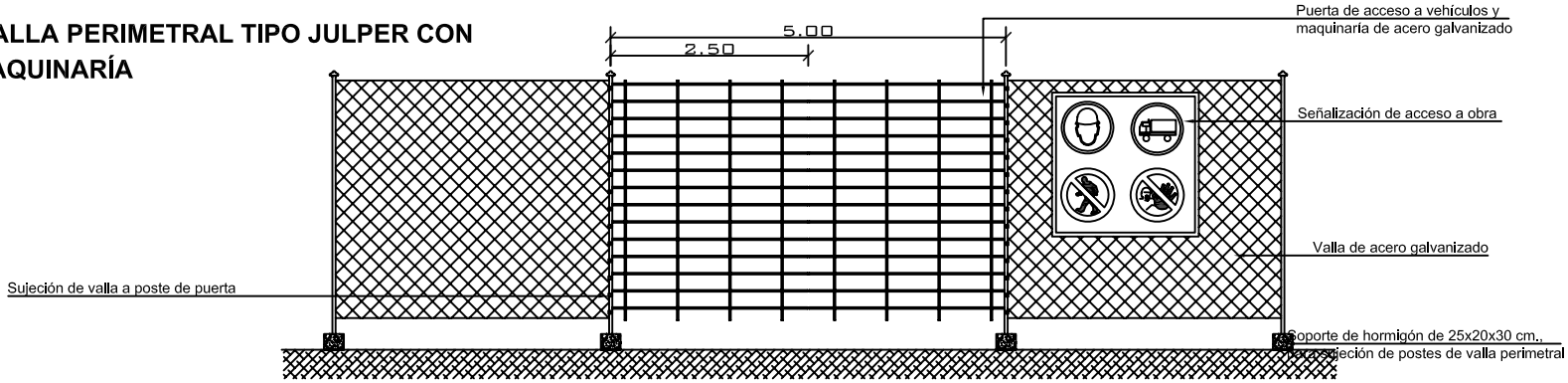
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

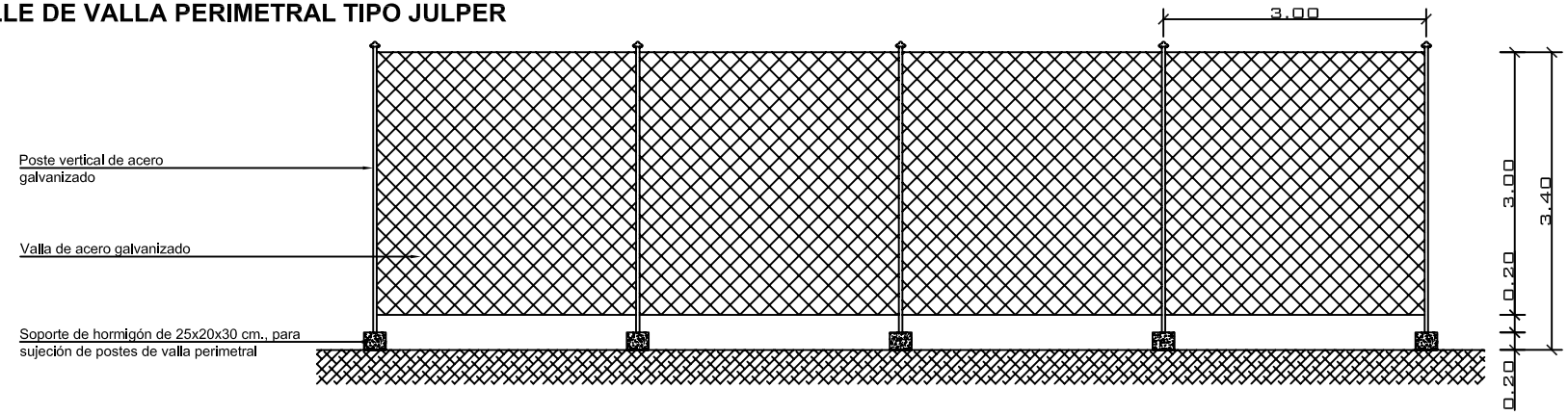
DETALLE DE VALLA PERIMETRAL TIPO JULPER CON ACCESO DE TRABAJADORES



DETALLE DE VALLA PERIMETRAL TIPO JULPER CON ACCESO DE MAQUINARÍA



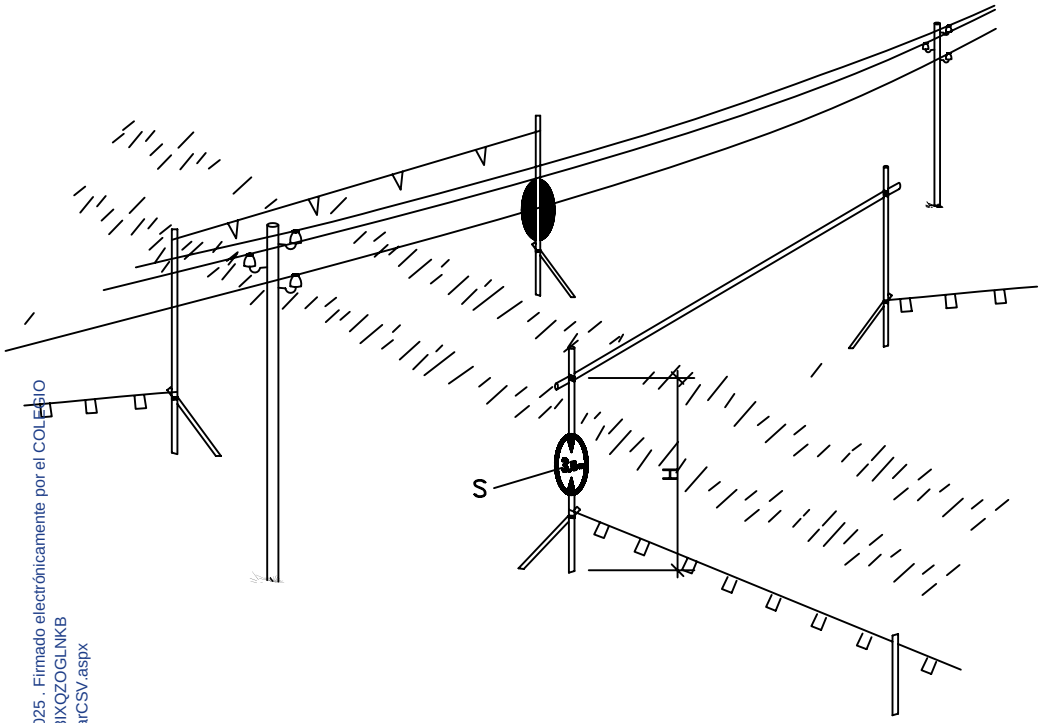
DETALLE DE VALLA PERIMETRAL TIPO JULPER



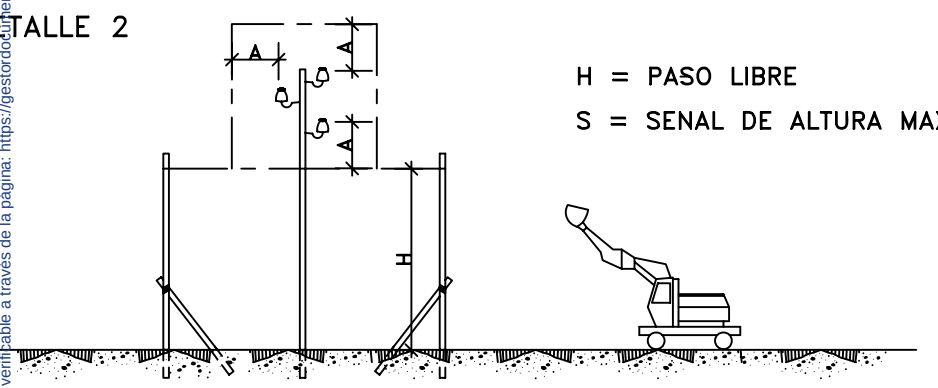


COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025. Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS



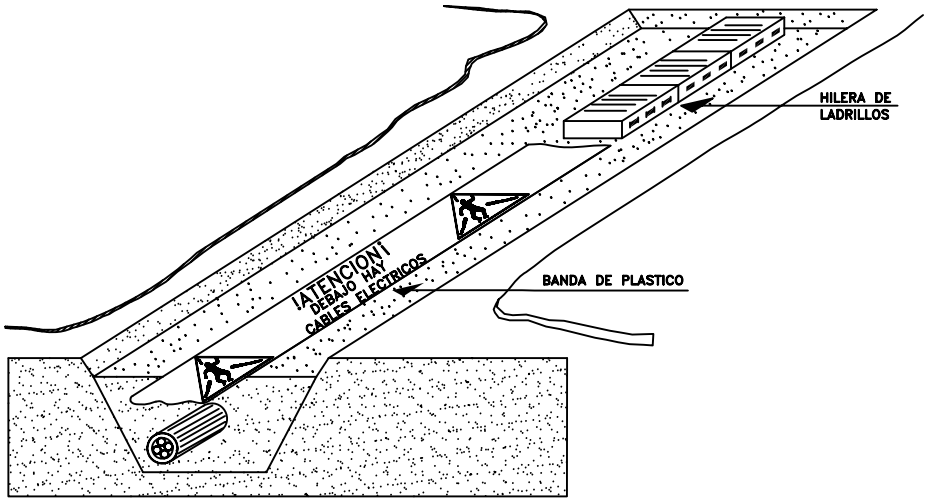
DETALLE 2



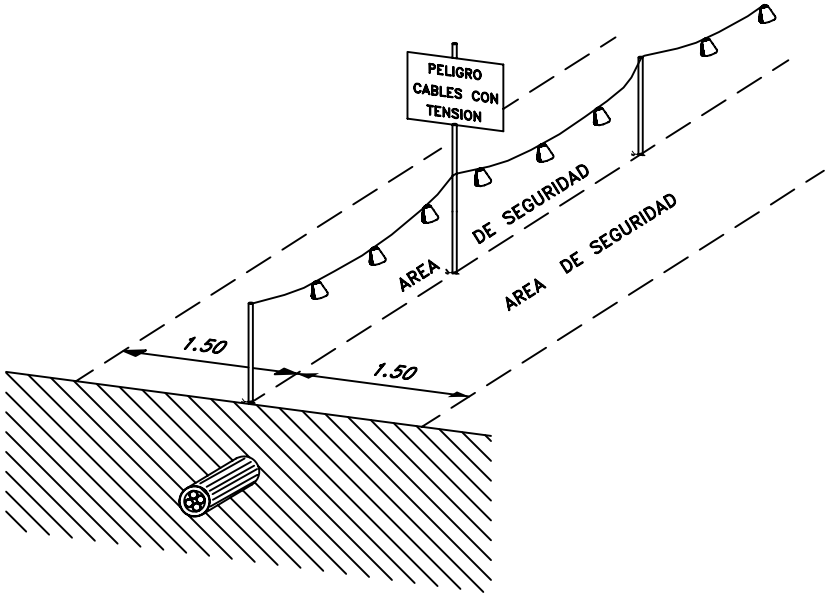
H = PASO LIBRE

S = SENAL DE ALTURA MAXIMA

FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONDUCCIONES ELECTRICAS

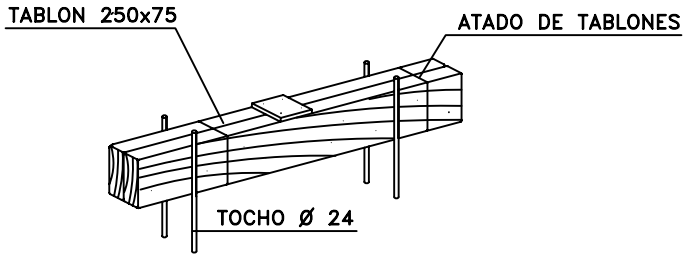


SEÑALIZACION EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA AREAS DE SEGURIDAD

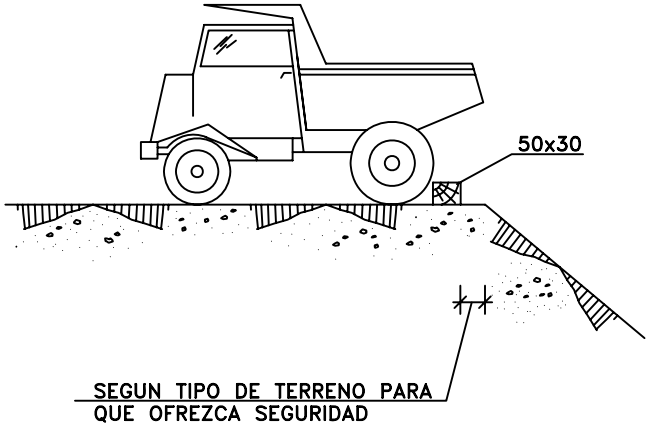


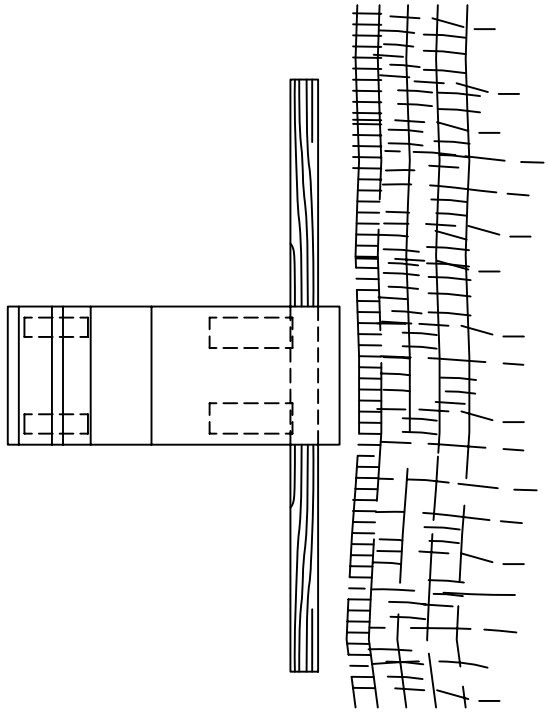
COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

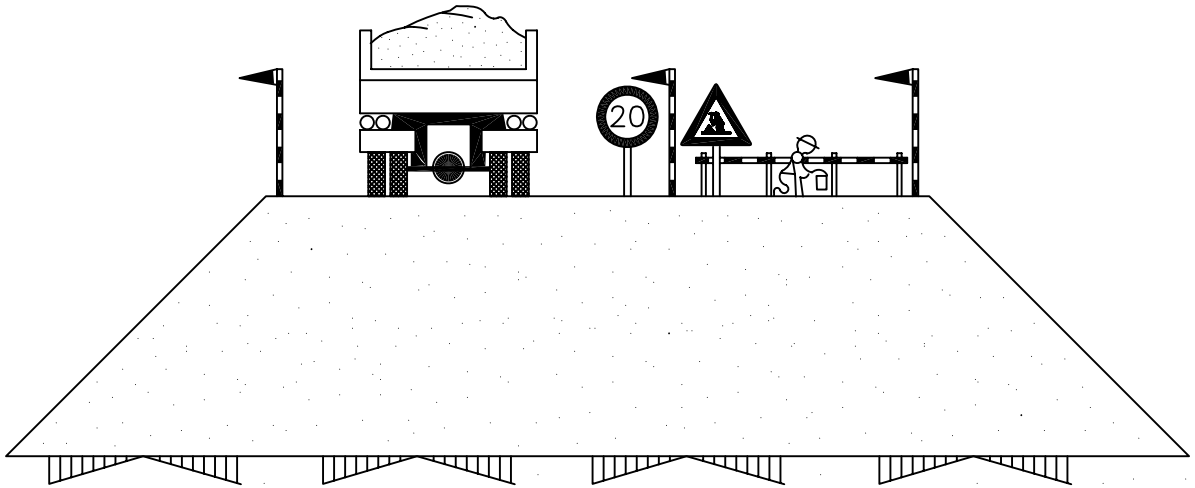


DETALLE DE CALZO





EJECUCION DE TERRAPLENES Y DE AFIRMADOS



COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-EGR-0001-A02

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ANEXO II
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 OBJETO 5

2 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE 6

3 NORMATIVA APLICABLE 8

4 DEFINICIONES 11

5 FASES DEL PROYECTO 16

6 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA 17

7 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA 18

8 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS 20

9 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN 23

10 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS 26

11 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 28

12 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO 33

13 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 40

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 OBJETO

El objeto del presente documento es desarrollar el Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición (en adelante EGR) del proyecto de Almacenamiento BESS hibridado con Fotovoltaica, que concreta las actuaciones a llevar a cabo respecto a la manipulación, almacenamiento, recogida y tratamiento de los residuos.

Este documento se redacta con el fin de colaborar en la reducción del volumen de residuos que se generarán durante la ejecución de las obras, así como para asegurar la correcta separación y tratamiento de los residuos generados, contribuyendo así a frenar el impacto ambiental que estos residuos ocasionan y reduciendo la contaminación de aguas y suelos y el deterioro paisajístico.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto se aplica a aquellos proyectos de obras cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones:
    - Hormigón.
    - Ladrillos, tejas, cerámicos.
    - Metal
    - Madera
    - Vidrio
    - Plástico
    - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

En este estudio se estima la cantidad de residuos generados en el proyecto, además, se establecen unas directrices y se elaboran una serie de recomendaciones y obligaciones para su tratamiento.

Este documento oficial tiene como objetivo que los residuos que se generan de las obras de construcción se aprovechen al máximo, es decir, se reciclen o reutilicen. De este modo se evita el depósito directo de todos estos materiales en un vertedero.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 NORMATIVA APLICABLE

Se destaca a continuación la principal legislación Europea y Nacional vigente que es de aplicación para la gestión de residuos durante la ejecución de las obras. También será de aplicación toda la legislación autonómica y local vigente.

Normativa Europea:

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- DIRECTIVA (1UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos
- Directiva 850/2018, de 30/05/2018, se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido
- de residuos. (DOCE n º L 150, de 14/06/2018)
- Directiva 1127/2015, de 10/07/2015, se modifica el anexo II de la Directiva 2008/98/CE
- del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n º L 184, de 11/07/2015)
- Decisión 955/2014, de 18/12/2014, se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (DOCE n º L 370, de 30/12/2014)
- Reglamento 1357/2014, de 18/12/2014, se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n º L 365, de 19/12/2014)
- Directiva 98/2008, de 19/11/2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n º L 312, de 22/11/2008)
- Decisión 33/2003, de 19/12/2002, se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al Artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE. (DOCE n º L 11, de 16/01/2003)
- Directiva 31/1999, de 26/04/1999, relativa al vertido de residuos. (DOCE n º L 182, de 16/07/1999)
- Resolución /1997, de 24/02/1997, sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos. (DOCE n º C 76, de 11/03/1997)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Normativa España:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- ORDEN APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Orden 1080/2017, de 02/11/2017, se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados. (BOE nº 272, de 09/11/2017).
- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (BOE nº 139, de 8 de junio de 2010).
- Real Decreto 105/2008, de 01/02/2008, se regula la producción y gestión de los Residuos de construcción y demolición. (BOE nº 38, de 13/02/2008).
- Real Decreto 9/2005, de 14/01/2005, se establece la relación de Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo y los Criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados. (BOE n º 15, de 18/01/2005).
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 DEFINICIONES

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.
- Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.
- Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.
- Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 7/2022, de 8 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.
- Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.
- Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en:
- 1.º La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
- 2.º La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.
- Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:
    - Plantas de machaqueo,
    - plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
    - plantas de prefabricados de hormigón,
    - plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
    - talleres de fabricación de encofrados,
    - talleres de elaboración de ferralla,
    - almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
    - plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
- Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.
- Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- Productor de residuos de construcción y demolición:
- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.
- Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.
- Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.
- Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.
- Almacenamiento: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- Vertedero: instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- Suelo contaminado: todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 FASES DEL PROYECTO

Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación de los sistemas de baterías y de los centros de transformación.
- Vallado perimetral de la instalación.

Fase 2: Montaje:

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la planta.

Hay que destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- Se procurará realizar los menores movimientos de tierras posibles para la correcta implantación del sistema de almacenamiento, minimizando la gestión de las mismas.
- Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

6 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA

Las características generales de la obra para el proyecto de Almacenamiento son los siguientes:

- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una planta de almacenamiento en baterías.
- Existencia o no de demolición: Existe demolición de cimentaciones.
- Superficie de la obra: La superficie de actuación vallada es de aproximadamente 0,5 Ha.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

7 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

Tierras y pétreos:

- 17.05.04. Tierras limpias y materiales pétreos. Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

RCD:

RCD de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.01.03 Tejas y materiales cerámicos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, Restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

Otros residuos:

- Residuos peligrosos:
  - 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
  - 15.01.11 Aerosoles

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.

- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

8 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

   - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
   - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
   - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
   - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
   - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras.

   - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
   - Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
   - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra.

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

9 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos.

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Tabla 1. *Destino residuos generados*

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
15 01 02	Lona de PVC (para PC)	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Embalajes de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Embalajes de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
	trapos de limpieza contaminados.		
15 01 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
13 02 05	Aceites minerales no clorados de motor, transmisión mecánica y lubricantes	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 02 02	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
16 05 04	Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

10 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 6 t
- Metal: 2 t
- Madera: 2 t
- Plástico: 1 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías, como mínimo se contemplará lo siguiente:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.
- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

11 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.

Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado. Atendiendo a las características del proyecto de la Planta de Almacenamiento en Baterías, así como del emplazamiento.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo 0. Residuos procedentes de la demolición de la edificación existente.
- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

Desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero. Esta partida está incluida en el acondicionamiento del terreno.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del proyecto.

Tierras y pétreos procedentes de demolición.

Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

No existen edificaciones a demoler en las parcelas.

Tierras y pétreos procedentes de excavación.

17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias.

Cimentaciones:

Tabla 2. *Estimación residuos procedente excavación de cimentaciones*

Cimentaciones	m³
Contenedor Baterías 20 pies	14,77
Contenedor MT 20 pies	11,82
Poste vallado	0,5

Zanjas existentes en la implantación:

Tabla 3. *Estimación residuos procedente excavación de zanjas*

Zanjas	m³/m
BT	0,05
MT	0,07

Cunetas de drenaje:

Tabla 4. *Estimación residuos procedente excavación de cuentas*

Cunetas Interior y Perimetral	m³/m
Cuneta drenaje Vial	0,4

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 10% va al vertedero (90% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m3:

RCD resultantes de la ejecución de la obra.

RCD de naturaleza pétrea

17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Tabla 5. *Estimación residuos hormigón cimentaciones*

Cimentaciones	m³
Contenedor Baterías 20 pies	7,38
Contenedor MT 20 pies	8,71
Poste vallado	0,25

Se considera el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2400 kg/m³.

17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

RCD de naturaleza no pétrea

17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

Otros residuos:

20 01 01 Papel y cartón

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

12 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de esta un **Plan de Gestión de Residuos**. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la **documentación acreditativa** de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de **documentos de aceptación** por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un **certificado acreditativo** de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el **documento de entrega** al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el **Documento de Control y Seguimiento.**
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir **notificación** al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Respecto a la segregación de los residuos:

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
    - Hormigón: 6 t
    - Metal: 2 t
    - Madera: 2 t
    - Plástico: 1 t
    - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 35 de la Ley 7/2022, de 8 de abril. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
    - Definir una zona específica.
    - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- ¿Dónde situarlo?
    - En el exterior bajo cubierta,
    - Dentro de la nave,
    - en intemperie en envases herméticamente cerrados
- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
    - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
    - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
    - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
    - Alejado de la red de saneamiento
- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.
    - Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
    - 1 recipiente/cada tipo de residuo
    - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
    - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información
    - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
    - Fechas de envasado.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
- Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
- La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
- No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
- Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.

- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 64; Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).
- Requisitos generales de traslado (Real Decreto 553/2020, de 2 de junio):
  - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
    - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
    - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
    - Periodicidad estimada de los traslados.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos II y III de la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del Real Decreto 553/2020, de 2 de junio.
  - Número de documento de identificación.
  - Número de notificación previa.
  - Fecha de inicio del traslado.
  - Información relativa al operador del traslado.
  - Información relativa al origen del traslado.
  - Información relativa al destino del traslado.
  - Características del residuo que se traslada.
  - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
  - Otras informaciones.
- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

1) Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
2) Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
3) El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4) En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,

5) En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.
- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).
- Se cumplirá con la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

FASE	Documentación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos
	Datos transportista de Residuos Peligrosos
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos
	Documentos de Aceptación*
	Documentos de Control y Seguimiento*
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra
	Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)

*Se deben guardar durante cinco años.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

13 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tabla 6. *Partidas de gastos en gestión de residuos.*

GESTIÓN DE RESIDUOS		TOT	2.948,0
1 SACA DE 1 M3		50,0	50,0
1 CONTENEDOR DE ALTA CAPACIDAD (MÁS DE 12 M3)		300,0	300,0
TRAYECTOS DE CAMIONES DE 20 Tn (TIERRAS DE EXCAVACIÓ		58,0	58,0
CONTENEDOR DE 4,5 M3 HORMIGÓN		40,0	40,0
RESIDUOS PELIGROSOS			2.500,0

El presupuesto de la gestión de residuos del proyecto de la Planta de Almacenamiento en Baterías asciende a la cantidad de **DOS MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS (2.948,00 €).**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

PROYECTO

Sistema de Almacenamiento en Baterías de la Planta Fotovoltaica HERCULES SOLAR

Municipio de Toro, Provincia de Zamora (España)

TITULO

HIBRIDACIÓN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS HERCULES (11 MW - 44 MWh)

PROYECTO DE EJECUCIÓN PLAN DE DESMANTELAMIENTO

Nº DE DOCUMENTO

HERC-SOL-AL-PE-PDM-0001

Nº REVISION	00	**DOCUMENTO EMITIDO PARA:**	LEGALIZACIÓN
FECHA EMISIÓN	18/07/2025		

M.R.L.	L.G.C.	J.S.G.V.
Preparado por	Revisado por	Aprobado por

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de Solaria Energía y Medio Ambiente, S.A., o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

RESUMEN DE REVISIONES

Revisión	Fecha	Descripción de los cambios
00	18/07/2025	Documento nuevo

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

1.1 OBJETO 4

2 DATOS GENERALES Y LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN 5

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO 6

4 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y DE RESTAURACIÓN 7

4.1 DESMANTELAMIENTO INFRAESTRUCTURAS DE PROYECTO 9

4.1.1 DESMANTELAMIENTO SISTEMA DE BATERÍAS, CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, VALLADO PERIMETRAL, CIMENTACIONES, ETC. 9

4.1.2 DESMANTELAMIENTO DE VIALES INTERNOS: 9

4.1.3 DESMANTELAMIENTO DE ZANJAS Y CABLEADO SUBTERRÁNEO: 9

4.2 RESTAURACIÓN DEL TERRENO 10

4.2.1 RESTAURACIÓN DEL TERRENO 11

4.2.2 REVEGETACIÓN 11

4.3 RECICLAJE DE MATERIALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS 11

5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN 12

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

1 INTRODUCCIÓN

Al final de la vida útil del proyecto, cuando el sistema de Almacenamiento de energía deje de ser operativo o se paralice definitivamente su funcionamiento, deberá garantizarse el desmantelamiento de la instalación y edificaciones, retirarse todos los equipos, residuos y materiales sobrantes y procederse a la restauración e integración paisajística de toda el área afectada. Para garantizar el desmantelamiento total, se presenta el presente proyecto de desmantelamiento y restauración de la zona afectada, incorporando un presupuesto valorado de este coste.

1.1 OBJETO

El presente documento se redacta y presenta como Plan de desmantelamiento de la instalación y de restauración del terreno y entorno afectado por el **Sistema de Almacenamiento en Baterías y sus líneas de evacuación en 30 kV**.

Por tanto, se redacta y presenta este Plan de desmantelamiento y de restauración (en adelante, Plan) como parte de la documentación que acompaña a la solicitud conjunta de las autorizaciones administrativas previas y de construcción de la instalación.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

2 DATOS GENERALES Y LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El proyecto del sistema de almacenamiento en baterías Hercules se sitúa en la provincia de Zamora, en el término municipal de Toro.

En cuanto a la línea de evacuación, tendrá su origen en el centro de transformación del Sistema de Almacenamiento y su fin en la subestación SET El Pisón 66/30 kV, colindante a las instalaciones, y discurrirá enteramente de forma subterránea.

Dada la naturaleza de las instalaciones que se van a ejecutar, almacenamiento de energía eléctrica, se presenta una construcción abierta, es decir, no consiste en edificios, sino que son contenedores metálicos estándar instalados sobre cimentaciones sencillas.

Tabla 1. Ocupación de terreno por las infraestructuras del sistema de almacenamiento en baterías.

TABLA DE OCUPACIONES		
Elemento del proyecto	**Superficie (m^2)**	**Tipo de ocupación**
Baterías y centros de transformación	204,26	Permanente durante explotación
Viales internos	975,06	Permanente durante explotación
Zanjas canalizaciones eléctricas	115,76	Temporal, elemento enterrado
Área de Vallado	2.425,03	Permanente durante explotación (solo los postes anclados al suelo, longitud de vallado 323 m)

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Las características generales definidas, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 2. Características de la sistema de almacenamiento en baterías.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO	
EMPLAZAMIENTO	**Sistema de Almacenamiento (ETRS89 Zona 30): 298950; 4592203**
Localidad	Término Municipal Toro
Provincia	Zamora
TIPO DE INSTALACIÓN	Almacenamiento
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA	
Fabricante	Cospowers o similar
Potencia almacenamiento para generación (MW)	**11**
Energía almacenamiento para generación (MWh)	**44**
Potencia dimensional (MW)	11,3
Energía dimensional (MWh)	50,15
Baterías	Ion litio - LFP
Contenedor de Baterías 5,015MWh	Cospowers
Número de contenedores de baterías	10
Convertidor Bidireccional (PCS) 250kW	Hopewind
Número de PCS	60
Estaciones de Transformación 6,25 MVA	Cospowers
Número de estaciones de transformación	2 de 6,25 MVA
Acoplamiento	Lado CA
Capacidad de almacenamiento	4 horas

Valores sujetos a posibles modificaciones dependiendo del avance de la tecnología, nunca superiores a las limitaciones establecidas en la legislación vigente.

Los detalles constructivos, así como las fichas técnicas de los equipos, se encuentran desarrollados en la Memoria Descriptiva del presente documento.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4 PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y DE RESTAURACIÓN

Una vez finalizada la actividad de forma permanente, se retirarán todas las instalaciones y se entregarán todos los restos de material, residuos o tierras sobrantes, incluidos el cerramiento perimetral, las cimentaciones y la infraestructura de evacuación, a gestores autorizados según la naturaleza de cada residuo, restaurando finalmente los terrenos ocupados a su estado original, dejando el área de actuación en perfecto estado de limpieza en el plazo máximo de un año tras la finalización de la actividad.

Es objeto del presente documento establecer las pautas de la restauración tras el desmantelamiento, dividiendo el Plan de Desmantelamiento y Restauración en tres partes o etapas:

1) Desmantelamiento de las acciones de proyecto (Apartado 4.1.):
    - Desmantelamiento de los equipos de almacenamiento en baterías y de los quipos de transformación.
    - Restitución de los nuevos viales internos y sus cunetas.
    - Retirada del cableado subterráneo y restauración de las zanjas de MT.
    - Desmantelamiento de la celda en la subestación eléctrica.
    - Retirada del cableado de la línea subterránea y restauración de sus zanjas.
2) Recuperación del suelo ocupado y revegetación (Apartado 4.2.):
    - Restitución del suelo.
    - Revegetaciones, plantaciones o siembras
3) Reciclaje de materiales y gestión de residuos (Apartado 4.3.).

Los caminos deben mantenerse en perfecto estado durante el funcionamiento del sistema de almacenamiento en baterías, ya que se consideran necesarios para las labores de explotación, operación y mantenimiento. De este modo se supone que la red de caminos, en el momento del desmantelamiento, poseerá unas condiciones más o menos apropiadas para el tránsito de la maquinaria necesaria (grúas, camiones con remolque…) o necesitará leves mejoras.

En base a lo anterior, la remoción y restitución de los terrenos comprenderá las siguientes actuaciones:

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

- Retirada de los equipos (contendores baterías, contenedores MT, cableados, cimentaciones, etc.) evitando el abandono de cualquier elemento en el medio.

- Reutilización o reciclado de los componentes retirados, transfiriéndolos a Gestores Autorizados para que éstos procuren su valorización en la medida de lo posible.

- Restauración o recuperación ambiental de las superficies afectadas tras el desmantelamiento de las instalaciones.

- Instalación de sistemas o estructuras que potencien la rápida colonización faunística de la zona.

Los pasos que seguir para la adecuación de los terrenos en los que se ha situado la instalación, serán los siguientes:

- Se deberá proceder a la descompactación inicial previo al aporte de las tierras vegetales, la cual se llevará a cabo por medios mecánicos (subsoladores, rejones etc.). Se preparará el terreno mediante pases de rejón para mullir el terreno, evitar la formación de regueros o cárcavas, así como para eliminar las costras de compactación, dejando el suelo con un buen tempero.

- Se evaluará el volumen de tierras necesarias para el recubrimiento total de las superficies alteradas por las labores de desmantelamiento, así como para la restauración de las áreas que albergaban distintas infraestructuras.

- Se procederá a acondicionar y regularizar los perfiles existentes en los terrenos afectados, para conseguir así pendientes suaves y moderadas, así como perfiles redondeados, no agudos y no discordantes con la topografía reinante en el área. Estas superficies se localizarán entorno a las infraestructuras, así como bordes de caminos a restaurar (ramales individuales de acceso).

- Se identificarán las superficies o áreas de extracción de tierras vegetales, y éstas deberán contar con los permisos medioambientales correspondientes. Las características agrológicas deberán ser similares a los suelos afectados (igual textura, color, permeabilidad…)

- Se realizará también un aporte de estiércol y posterior volteado con motocultor.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

4.1 DESMANTELAMIENTO INFRAESTRUCTURAS DE PROYECTO

4.1.1 DESMANTELAMIENTO SISTEMA DE BATERÍAS, CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, VALLADO PERIMETRAL, CIMENTACIONES, ETC.

Se procederá a desconectar e izar los contenedores de baterías y los contenedores de MT, para cargarlos en transportes a la planta de reciclaje autorizada más próxima para su correcto tratamiento. También se desmantelarán las diferentes cimentaciones mediante el picado y extracción de la estructura de hormigón que le sirve de cimentación.

Posteriormente, se llevará acabo el relleno de la excavación sobre la que se alojaba la cimentación.

Por último, se procederá al desmontado de la malla metálica y de los postes de tubo de acero reforzado y galvanizado que constituyen el vallado perimetral del sistema de almacenamiento en baterías extrayendo los tacos prismáticos de hormigón en masa, gestionando cada residuo según su naturaleza.

4.1.2 DESMANTELAMIENTO DE VIALES INTERNOS:

Será necesaria la restitución del suelo afectado por la construcción de nuevos viales internos que dan acceso a las distintas zonas de la planta solar. El terreno habrá sufrido un desbroce y una compactación que se debe subsanar con la intención de que éste quede en el mismo estado previo a la existencia de la planta solar.

Con esta intención sólo serán objeto de desmantelamiento y posterior revegetación los viales internos de nueva construcción, quedando fuera de este plan los caminos de acceso dado que estos caminos son de uso vecinal.

Para la recuperación del suelo ocupado por los viales de nueva construcción y sus cunetas, se propone realizar una retirada con retroexcavadora para la eliminación de la zahorra compactada, que constituye el firme de los viales y posterior retirada a vertedero. Además, se propone un escarificado del terreno con la intención de descompactar el mismo.

A continuación, se procederá a su relleno con tierra apropiada, perteneciendo esta actuación a la restauración de suelo y a su revegetación, que se desarrolla en la segunda parte o etapa del Plan de Desmantelamiento y Restauración, descrita en el apartado 4.2 del presente documento.

4.1.3 DESMANTELAMIENTO DE ZANJAS Y CABLEADO SUBTERRÁNEO:

El proyecto contará con una red de cableado enterrado para posibilitar el transporte de energía eléctrica y la intercomunicación interior con la subestación eléctrica. Este cableado

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

soterrado se corresponde con el cableado de BT y MT dentro del sistema de almacenamiento y hasta la subestación eléctrica.

En cuanto a la retirada de estos existen dos posibilidades; si la extracción de dicha red podría alterar la vegetación que de forma natural haya cubierto la superficie que cubre los tendidos, se propone, como alternativa, la posibilidad de que, una vez inutilizados los tendidos eléctricos, éstos permanezcan soterrados. La segunda posibilidad existente es la extracción de los tendidos eléctricos de las zanjas.

En el presente plan se contempla la situación más desfavorable, es decir su extracción, lo que implicaría desbrozar, abrir las zanjas, volver a cerrar y restaurar.

4.2 RESTAURACIÓN DEL TERRENO

Una vez retiradas las infraestructuras de proyecto y sus residuos, y posteriormente al extendido y reperfilado de tierra vegetal en las superficies de actuación, se efectuará, por parte de la Asistencia Ambiental de Obras y Restauración, un inventario y medición de todas las superficies y dado que el uso decidido es el preexistente, el agrícola, se procederá a la siembra que el propietario de los terrenos estime oportuno, procediendo a realizar la siembra en todas las superficies ocupadas por las instalaciones originarias y caminos de acceso. De esta manera, todos los terrenos ocupados quedarán al menos tal y como se encontraban inicialmente.

A continuación, se va a llevar a cabo una estimación de la superficie máxima que se tendría que restaurar y revegetar.

En primer lugar, se identificarán todas aquellas áreas que precisen restauración y revegetación. Entre las principales áreas se encuentran los viales internos y sus cunetas desarrollados en la planta, las zanjas que llevaban el cableado subterráneo, las superficies de ocupación de los equipos principales de la planta, las ocupaciones correspondientes a la línea de evacuación.

En la siguiente tabla se muestran las superficies que restaurar y revegetar:

Tabla 3. Superficies que restaurar y revegetar.

TABLA DE SUPERFICIES DE RESTAURACIÓN Y REVEGETACIÓN	
Elemento	**Superficie (m^2)**
Baterías y centros de transformación	204,26
Viales internos y cunetas	975,06
Zanja de la línea de evacuación subterránea de MT	33,61
TOTAL SUPERFICIE	**1.212,93**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

Lógicamente, esta superficie es menor que la superficie vallada de la planta, ya que indica la superficie ocupada por las instalaciones principales. Por lo tanto, para el cálculo del presupuesto de restauración y revegetación de terrenos se tomará la superficie vallada de 2.425,03 m^2 más la correspondiente a la superficie ocupada por la línea de evacuación (la zanja de la línea subterránea), que suman un total de 2.458,64 m^2. De esta manera, los cálculos del presupuesto se llevan a cabo desde una perspectiva conservadora.

4.2.1 RESTAURACIÓN DEL TERRENO

La restauración del terreno afectado se comienza con el acondicionamiento del suelo aportando tierras siempre que sea necesario. Por tanto, en primer lugar, se cubriría la superficie con tierra de relleno y a continuación se plantea la adición de tierra vegetal, con un espesor mínimo de 20 cm, para mejorar las condiciones del suelo.

En el apartado del presupuesto en el documento vienen detalladas las partidas correspondientes a la restauración de los terrenos.

4.2.2 REVEGETACIÓN

La Asistencia Ambiental de Obras y Restauración llevará a cabo un inventario y dado que el uso es agrícola, se procederá a la siembra que el propietario de los terrenos estime oportuno, procediendo a realizar la siembra en todas las superficies ocupadas por las instalaciones originarias, caminos de acceso y subestación. En cualquier caso, se sembrará acorde a las indicaciones del técnico responsable en el momento del desmantelamiento de la instalación.

4.3 RECICLAJE DE MATERIALES Y GESTIÓN DE RESIDUOS

Se estima que, con el reciclado de los materiales recuperados tras el desmantelamiento del proyecto de almacenamiento en baterías, acero, cobre y aluminio, entre otros, se obtendrá un ingreso que cubrirá, aproximadamente el valor de los gastos de desmantelamiento.

De este modo, el coste total de las actuaciones y operaciones de desmantelamiento se sufragará con los ingresos económicos obtenidos de la venta de los materiales recuperados tras la operación de desmantelamiento. En el presupuesto se incorpora por tanto una partida final con un presupuesto negativo equivalente al coste reflejado para el desmantelamiento, todo ello para reflejar dentro del presupuesto esa valoración de los ingresos económicos que se esperan obtener.

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN

En el siguiente presupuesto se han valorado fundamentalmente las actuaciones de remoción, restitución y restauración, así como los costes derivados de toda la operación de desmantelamiento de la planta. Las diferentes actuaciones de desmantelamiento necesarias para retirar todos los elementos que componen la instalación vienen indicadas a continuación. En cada partida aparece un coste aproximado puesto que, aunque se conozca el coste unitario de cada una, no es posible realizar una valorización exacta de los materiales obtenidos en el desmantelamiento. El presupuesto incluye igualmente de forma más detallada las actuaciones asociadas a la restauración de los terrenos de naturaleza agrícola y/o herbáceas, y el coste correspondiente al reciclado y la gestión de los materiales y residuos del desmantelamiento.

Se incorpora finalmente una partida para el seguimiento y vigilancia ambiental, así como para la seguridad y salud.

SUBCAPÍTULO DESMANTELAMIENTO	**14.292,98 €**
SUBCAPÍTULO RESTAURACIÓN TERRENOS	**148,23 €**
SUBCAPÍTULO RECICLAJE Y GESTIÓN MATERIALES	**-10.005,09 €**
SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL	**4.800,00 €**
SEGURIDAD Y SALUD	**14.319,05 €**
TOTAL PLAN DE DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN	**23.555,17 €**
GASTOS GENERALES (G.G.) 9%	**2.119,97 €**
BENEFICIO INDUSTRIAL (B.I.) 6%	**1.413,31 €**
TOTAL SIN IVA	**27.088,45 €**
IVA (21%)	**5.688,57 €**

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx

TOTAL CON IVA	**32.777,02 €**

El presupuesto total para acometer el plan desmantelamiento y restauración del Sistema de Almacenamiento en Baterías e infraestructuras de evacuación, asciende a la cantidad de VEINTISIETE MIL OCHENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO (27.088,45 €).

Madrid, a la fecha de la firma electrónica
Juan Sebastián Gámez Valenzuela

GAMEZ VALENZUELA, JUAN SEBASTIAN (FIRMA)

GAMEZ VALENZUELA, JUAN SEBASTIAN (FIRMA)
2025.07.21 13:31:42 +02'00'

Colegiado nº 4935/4165
Colegio Nacional de Ingenieros del ICAI

COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. VISADO nº: 0450/25. Fecha: 22/07/2025 . Firmado electrónicamente por el COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS ICAI. Autenticidad verificable mediante CSV: FVMKU8IXQZOGLNKB
Autenticidad verificable a través de la página: https://gestordocumentos.icai.es/ValidarCSV.aspx