PROYECTO DE EJECUCIÓN

LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Madrid, julio de 2025
Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Francisco Luna Heredia
Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Firmado por LUNA HEREDIA FRANCISCO JOSE - ***5385** el día 16/07/2025 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

RIC ENERGY

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Índice de documentos

Documento N.º 1: Memoria Técnica

Anejo 1: Cálculos Eléctricos

Anejo 2: Cálculos Electromagnéticos

Documento N.º 2: Presupuesto

Documento N.º 3: Planos

Documento N.º 4: Relación de Bienes y Derechos Afectados

Documento N.º 5: Pliego de Condiciones Técnicas

Documento N.º 6: Estudio de Seguridad y Salud

Documento N.º 7: Estudio de Producción y Gestión de Residuos

Documento N.º 8: Plan de Desmantelamiento

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA TÉCNICA

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CONTENIDO

1 ANTECEDENTES 4
2 OBJETO 4
3 NORMATIVA 5
3.1 NORMAS DE APLICACIÓN 5
3.2 NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS 5
3.3 OBRA CIVIL 6
3.4 SEGURIDAD Y SALUD 6
3.5 MEDIO AMBIENTE 6
3.6 RELACIÓN DE NORMAS UNE APLICABLES AL PROYECTO 7
4 PETICIONARIO 11
5 EMPLAZAMIENTO 11
5.1 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS 12
6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 12
6.1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES 13
7 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 13
7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES 13
7.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO 14
8 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD 23
8.1 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 23
9 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 28
9.1 CRUZAMIENTOS EN EL TRAMO SUBTERRÁNEO 29
9.2 PARALELISMOS EN EL TRAMO SUBTERRÁNEO 30
10 ORGANISMOS AFECTADOS 32
11 PLAZO DE EJECUCIÓN 32
12 CONCLUSIÓN 33

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 003928
VISADO

1 ANTECEDENTES

En el marco del desarrollo de infraestructuras eléctricas necesarias para garantizar la distribución y suministro energético, NENUFAR POWER S.L., proyecta el diseño y la construcción de la planta FV Nenufar Zaratán con una capacidad de acceso concedida de 5 MW, así como de toda la infraestructura de evacuación necesaria para transportar la energía generada desde el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán hasta la SET Arroyo de la Encomienda, propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

En el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán confluirá la energía generada por las plantas fotovoltaicas Nenúfar Zaratán y Betula Zaratán, cada una con una potencia instalada de 5,75 MW. La evacuación de la energía se realizará mediante dos circuitos independientes, destinándose uno para la planta Betula y otro para la planta Nenúfar.

La canalización de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV, denominada línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, estará compuesta por dos circuitos. Un circuito estará dedicado a la planta FV Nenúfar Zaratán, otro para la planta FV Betula Zaratán. Además, la canalización contará con dos tubos de reserva para futuras ampliaciones o necesidades de mantenimiento.

El estudio y diseño de las plantas fotovoltaicas, así como los circuitos de media tensión que unen los diferentes centros de transformación de las plantas fotovoltaicas, son objeto de otros proyectos.

La Planta Solar Fotovoltaica NENÚFAR ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta la SET Arroyo de la Encomienda, las cuales se ubican en los municipios de Simancas y Arroyo de la Encomienda (Valladolid), están siendo tramitadas ante el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Valladolid bajo el número de expediente FV-2540.

El pasado 10 de noviembre de 2023 se publicó en el Boletín Oficial de Castilla y León la Resolución de 31 de octubre de 2023 de la Delegación Territorial de Valladolid por la que se hace público el Informe de Impacto Ambiental de la Planta Solar Fotovoltaica NENÚFAR ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta la SET Arroyo de la Encomienda.

Posteriormente, el 26 de junio de 2024 se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid la Resolución del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Valladolid, dictada por delegación, por la que se concede Autorización Administrativa Previa de la Planta Solar Fotovoltaica NENÚFAR ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta la SET Arroyo de la Encomienda.

2 OBJETO

El presente Proyecto se redacta con la finalidad de servir de soporte técnico para la obtención de la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar, de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV, denominada línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda en conformidad con el marco legislativo.

Asimismo, se busca obtener las autorizaciones que sean necesarias por parte de otras administraciones y organismos con competencias concurrentes, así como, en su caso,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021989

actualizar la documentación presentada con anterioridad ante dichos organismos.

Al efecto, el proyecto tiene en cuenta las normas que el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo recoge en 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 (en adelante Reglamento), conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el BOE nº68 de 19 de marzo de 2008), y demás normativa técnica aplicable.

Las características de la línea eléctrica se describen en los siguientes apartados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021899
VISADO

3 NORMATIVA

3.1 NORMAS DE APLICACIÓN

El presente documento, ha sido elaborado de acuerdo con el Real Decreto 223/2008 por el que se aprueban el Reglamento de sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Así mismo se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Recomendaciones UNESA (RU).
- Recomendaciones del IEEE.
- Recomendaciones de la CIGRE.

3.2 NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Real Decreto 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.
- 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.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

3.3 OBRA CIVIL

- Eurocódigo 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2018
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición

3.4 SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las modificaciones que lo afectan.
- 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.

3.5 MEDIO AMBIENTE

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

3.6 RELACIÓN DE NORMAS UNE APLICABLES AL PROYECTO

A continuación, se describen la relación de normas UNE incluidas en la ITC-LAT 02 aplicables a este proyecto.

3.6.1 GENERALES

UNE-EN 60529:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE- EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE- EN 60060-1:2018	Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE- EN 62262:2002/A1:2022	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN IEC 60071-2:2024	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228:2005 CORR:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-60270:2002/A1:2016	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0:2016	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

3.6.2 CABLES Y CONDUCTORES

UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades
UNE 21144-1-1:2012/1M:2015	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes."
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/21V1:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Cables que cruzan fuentes de calor externas
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 21192:1992/1M:2009"	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 211003-1:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
UNE 211003-1:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-2:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211435-1:2021	Guía para la elección de cables eléctricos para circuitos de distribución de energía eléctrica. Parte 1: Cables de tensión asignada igual a 0,6/1 kV.
UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

UNE 211620:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).
UNE-HD 620-9E:2012/1M:2022	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (Tipos 9E-1, 9E-3, 9E-4 y 9E-5).

3.6.3 ACCESORIOS PARA CABLES Y CONDUCTORES

UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV)
UNE-HD 629.1 S3:2020	Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Accesorios para cables con aislamiento extruido.

3.6.4 APARAMENTA

UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV
UNE-EN IEC 62271-104:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV
UNE-EN IEC 60282-1:2021	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-EN IEC 62271-100:2021 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)
UNE-EN IEC 62271-100:2021/A1:2024 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2024.)
UNE-EN IEC 62271-100:2021/AC:2022-09 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2022.)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

UNE-EN IEC 62271-100:2021/AC:2024-02 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en marzo de 2024.)
UNE-EN IEC 62271-102:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN IEC 62271-102:2021/A1:2023	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

3.6.5 PARARRAYOS

UNE 21087-3:1995	Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos
UNE-EN 60099-4:2016	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN IEC 60099-5:2018 (Ratificada)	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018).

4 PETICIONARIO

El titular y a la vez promotor del proyecto de ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, es:

NENUFAR POWER, SL. con C.I.F. B-05327903 y domicilio social en Calle Orense 34, Torre Norte, Planta 10, 28020 Madrid (Madrid).

- Teléfono de Contacto: 910 88 63 20
- E-mail de Contacto: notificaciones@ricenergy.es

5 EMPLAZAMIENTO

La línea eléctrica objeto del presente Proyecto se ubica en la provincia de Valladolid, Comunidad Autónoma de Castilla y León.

La localización de la línea se refleja en los planos de situación PV0067ILE13F001GRa0 y PV0067ILE13F002GRa0 de emplazamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://ctti.es
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

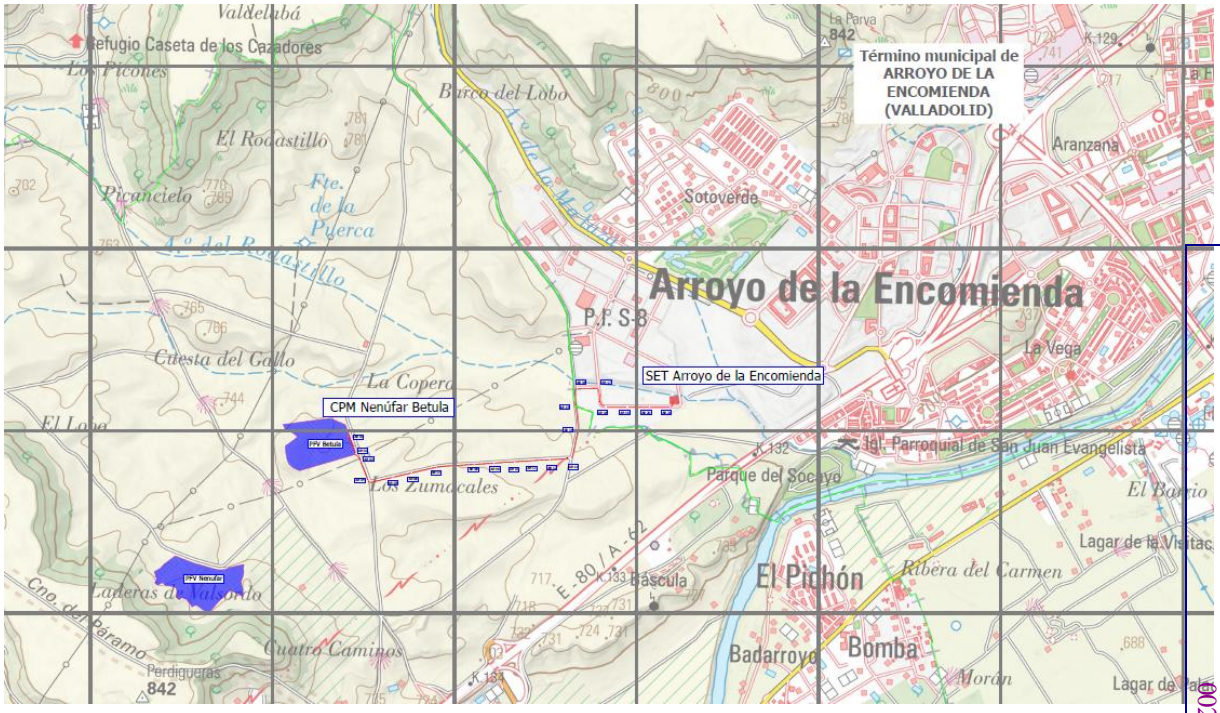


Ilustración 1. Situación de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula – SET Arroyo de la Encomienda

5.1 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Los terrenos donde se ubicará la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula – SET Arroyo de la Encomienda se localizan en los términos municipales de:

- Simancas.
- Arroyo de la Encomienda.

Estos municipios están localizados en la provincia de Valladolid, correspondiente a la comunidad autónoma de Castilla y León.

6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

En el diseño del trazado previsto se han tenido en cuenta diversos factores clave, incluyendo la localización y disposición de las edificaciones existentes, las proyecciones de crecimiento y expansión de la población en la zona, la presencia de vías pecuarias, carreteras y otras infraestructuras viarias, así como la conservación de parajes naturales, ecosistemas sensibles y los accidentes geográficos que podrían influir en la viabilidad técnica y ambiental del proyecto.

La línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula – SET Arroyo de la Encomienda, consta de una longitud total de 2.433 metros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

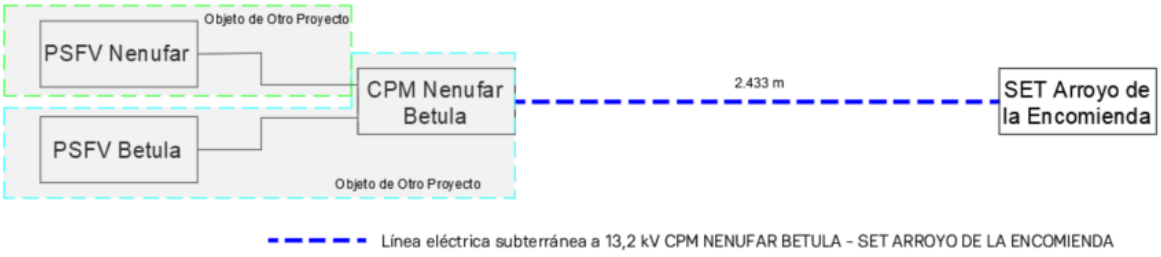


Ilustración 2. Esquema detallado de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

6.1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES

A continuación, se muestran las coordenadas de los vértices que componen la línea eléctrica descrita:

Tabla 1. Coordenadas de los vértices

N.º Vértice	Coordenadas Vértices (ETRS89: HUSO 30)	
	X (m)	Y (m)
CPM Nenúfar Betula	347.419	4.607.971
SET Arroyo de la Encomienda	349.198	4.608.158

7 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características principales de los tramos son las siguientes:

Tabla 2. Características generales de la línea

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	13,2
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Categoría de la línea	3ª
Categoría de la red	A
Tipología de la línea	Subterránea
Inicio subterráneo	CPM Nenúfar Betula
Final subterráneo	SET Arroyo de la Encomienda
N.º de circuitos	2
N.º de conductores por fase	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja bajo tubo hormigonada
Tipo de cable subterráneo	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Potencia máxima admisible (MVA)	8,42

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9) (MVA)	6,37
Tipo de cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Conexión de pantallas	Solid Bonding
Longitud subterránea (km)	2,43

7.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

7.2.1 CABLE DE POTENCIA

Los cables de la línea proyectada serán unipolares con aislamiento seco. Las características de estos cables de potencia serán las siguientes:

Tabla 3. Datos del cable de potencia RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16

Designación	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Material del conductor	Aluminio
Sección del conductor (mm²)	400
Diámetro nominal del conductor (mm)	23,40
Material del aislamiento	XLPE
Espesor del aislamiento (mm)	5,50
Pantalla metálica	Cobre
Sección de la pantalla (mm²)	16
Espesor de la cubierta (mm)	2,5
Diámetro nominal exterior [mm]	44,7
Peso aproximado [kg/m]	2,3
Resistencia eléctrica del conductor a 20ºC c.c. [Ω/km]	0,000078
Capacidad nominal [µF/km]	0,37885
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (ºC)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (ºC)	250
Tiempo de cortocircuito (s)	0,5

A continuación, se detallan las capas del cable tipo a utilizar:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO



1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
Conductor obturado longitudinalmente contra el agua.
2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
3 **Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío.**
5 **Protección longitudinal contra el agua:** cordones cruzados higroscópicos o cinta hinchante.
6 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
Sección total 16 mm².
7 **Separador:** cinta de poliéster.
8 **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

Ilustración 3. Capas cable de potencia subterráneo

7.2.2 CABLE DE COMUNICACIONES

La línea llevará un cable de comunicaciones por fibra óptica cuyas principales características son las siguientes:

Tabla 4. Datos del cable de comunicaciones subterráneo

Cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Diámetro exterior (mm)	≥10
Tracción máxima de trabajo (daN)	≤100
Radio mínimo de curvatura (mm)	≤100
Masa (kg/m)	≤0,034
Resistencia a la compresión (kg/cm)	≤10

7.2.3 CAJAS DE EMPALME

La continuidad de los cables de fibra óptica se realizará mediante la utilización de cajas de empalme para cables de fibra óptica. Éstas están constituidas por una envolvente de protección que garantice la estanqueidad y que alberga en su interior las bandejas organizadoras de fibras.

7.2.4 PUESTA A TIERRA

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento será Solid Bonding o sistema de conexión rígida a tierra, en este tipo de conexión de pantallas de los cables se conectan a tierra en ambos extremos de la línea.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a la tierra se mantengan próximas a cero. Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea. Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí y a tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928

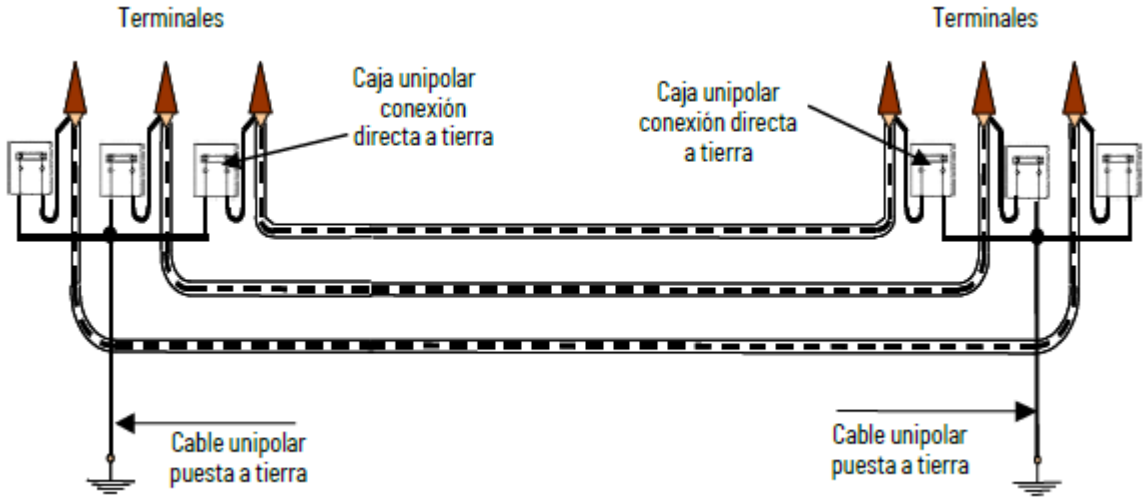


Ilustración 4. Esquema de puesta a tierra Solid bonding

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes en las pantallas en régimen permanente. La existencia de corrientes longitudinales por las pantallas produce un mayor incremento de pérdidas por efecto Joule que a su vez provocan un incremento de la temperatura en el cable con la consiguiente reducción de la intensidad admisible.

Como condiciones de instalación preferentes, se colocarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.
- En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

7.2.5 EMPALMES

Los empalmes serán premoldeados y probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario. Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 009129
VISADO

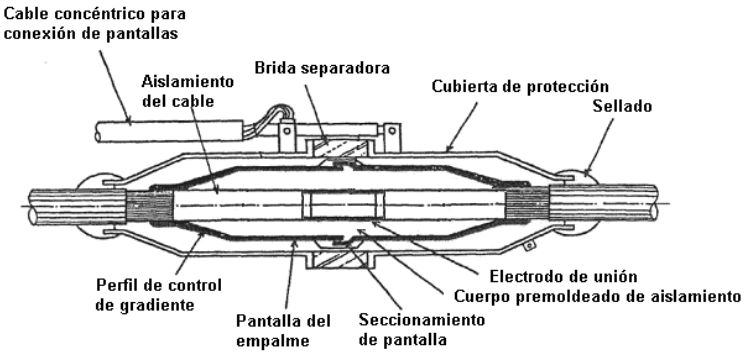


Ilustración 5. Detalle de un empalme premoldeado

7.2.5.1 *Composición*

La composición general de los empalmes para los cables unipolares de aislamiento seco será:

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.

7.2.5.2 *Características constructivas*

Los empalmes deberán ser diseñados y probados para cada cable aislado en particular. Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

- Tipo de construcción del cable.
- Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas).
- Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito).
- Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química).
- Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito.
- Gradiente máximo de campo eléctrico.
- Tipo de instalación a la que se destina.

7.2.5.3 *Cubierta de protección*

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. En caso de empalme con separador de pantallas, la cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.

En la zona de unión con el cable dispondrá de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Como protección de la pantalla dentro de la carcasa exterior se emplearán materiales adecuados para evitar la entrada de agua, como relleno de material sellador anti-humedad, manguito retráctil, etc.

7.2.5.4 Pantalla de empalme

Permitirá la conexión de pantallas sin suponer una disminución de la sección efectiva de las mismas. Se dispondrá del adecuado perfil de control de gradiente. En caso de empalme con separador de pantallas, las pantallas y semiconductoras exteriores quedarán separadas mediante un anillo seccionador aislante.

7.2.5.5 Cuerpo premoldeado de aislamiento

El cuerpo premoldeado del empalme será preferentemente una única pieza formada por las siguientes capas:

- Capa semiconductora interna.
- Aislamiento XLPE.

7.2.5.6 Capa semiconductora externa

El material del cuerpo premoldeado será EDPM o goma de silicona realizado mediante vulcanización a alta temperatura.

El cuerpo premoldeado deberá estar ensayado completamente en fábrica.

7.2.5.7 Conexión de los conductores

Se realizará mediante conector metálico de compresión y electrodo de unión, con el objetivo de asegurar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.

7.2.5.8 Accesorios

Incluye todos los accesorios (cableado, petacas, etc.) y pequeño material (cinta, masillas, etc.) necesarios para la correcta confección del empalme.

7.2.6 TERMINALES

Las características técnicas de los terminales tipo Pfisterer son compatibles con el cable proyectado, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

Los terminales cumplen con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 8021929

7.2.6.1 *Composición*

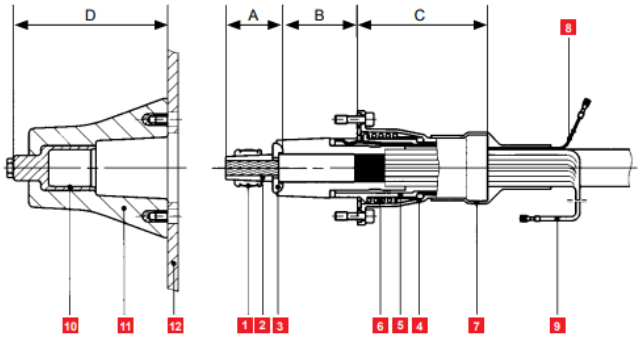


Ilustración 6. Detalle de un terminal

A: sistema de contacto.

- 1: anillo de contacto.
- 2: deflector de tensión.
- 3: pieza de presión.

B: aislamiento y control de campo.

C: carcasa.

- 4: brida de campana.
- 5: manguito de presión.
- 6: resorte de presión.
- 7: manguito termorretráctil.
- 8: cable de prueba.
- 9: pantalla del cable.

D: enchufe.

- 10: contacto hembra.
- 11: aislamiento.
- 12: carcasa.

7.2.7 OBRA CIVIL

7.2.7.1 *Canalizaciones*

Las canalizaciones de líneas subterráneas se proyectarán conforme a las siguientes consideraciones técnicas:

- Siempre que sea posible, se ejecutarán en terrenos de dominio público.
- Se priorizará un trazado rectilíneo, evitando ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura mínimo de la canalización será de 50 veces el diámetro del tubo.
- Los cruces con infraestructuras existentes se diseñarán con la mayor perpendicularidad posible respecto a su eje.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

En este tipo de canalización se instalarán tres cables de potencia por tubo, disponiendo las tres fases en configuración al tresbolillo. Los tubos serán independientes entre sí y deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Fabricación en polietileno de alta densidad (PEAD), rígidos, corrugados de doble pared (interna lisa y externa corrugada).
- Diámetro exterior de 250 mm.
- Diámetro interior no inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.

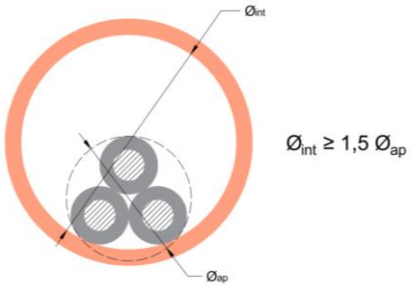


Ilustración 7. Relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del haz de cables

El procedimiento constructivo incluirá:

- Vertido de una capa de 50 mm de hormigón sobre el fondo de la excavación.
- Colocación de los tubos de polietileno alineados sobre la capa de hormigón.
- Se fijarán los tubos para evitar desplazamientos durante el vertido del hormigón HM-15, utilizando separadores si fuese necesario para mantener una distancia uniforme entre ellos.
- Relleno con tierra de la excavación, colocando una cinta de señalización de 200 mm de ancho por cada circuito a una profundidad de 200 mm, para advertir de la presencia de conductores de media tensión.
- Compactación mecánica del terreno con material de excavación hasta completar el relleno.

Para más detalles constructivos, las secciones tipo de las zanjas y la disposición de los elementos en la canalización subterránea, se muestran en el plano PV0067ILE13F004DRa0 Canalizaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

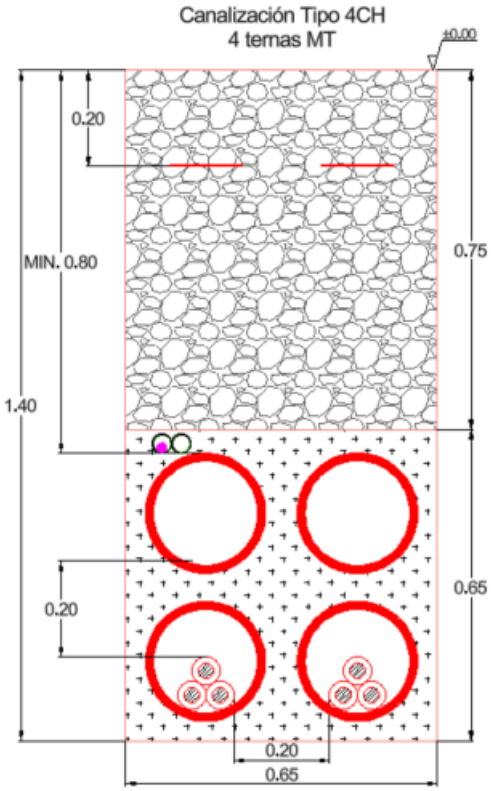


Ilustración 8. Detalle canalización

7.2.7.2 *Arquetas*

La instalación de arquetas con tapas registrables o ciegas se realizará a intervalos aproximados de 100 metros a lo largo de la línea. Asimismo, se dispondrán en los puntos donde se produzcan cambios bruscos de dirección, procurando evitar estos en la medida de lo posible.

Para evitar sobrepasar las tensiones de tiro establecidas en las normativas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, ya sean registrables, ciegas o calas de tiro, según lo requiera el trazado.

En cada arqueta, los tubos deberán situarse al menos 25 cm por encima del fondo, permitiendo así la colocación de rodillos durante las operaciones de tendido. Una vez instalado el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo, asegurando que el cable quede en la parte superior del tubo. La disposición de los tubos dentro de la arqueta deberá garantizar el máximo radio de curvatura posible.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena, sobre la cual se añadirá una capa de tierra cribada compactada, ajustando la altura del relleno según el acabado superficial requerido.

Las dimensiones de las arquetas se especifican en el plano PV0067ILE13F005GRa0 Arquetas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

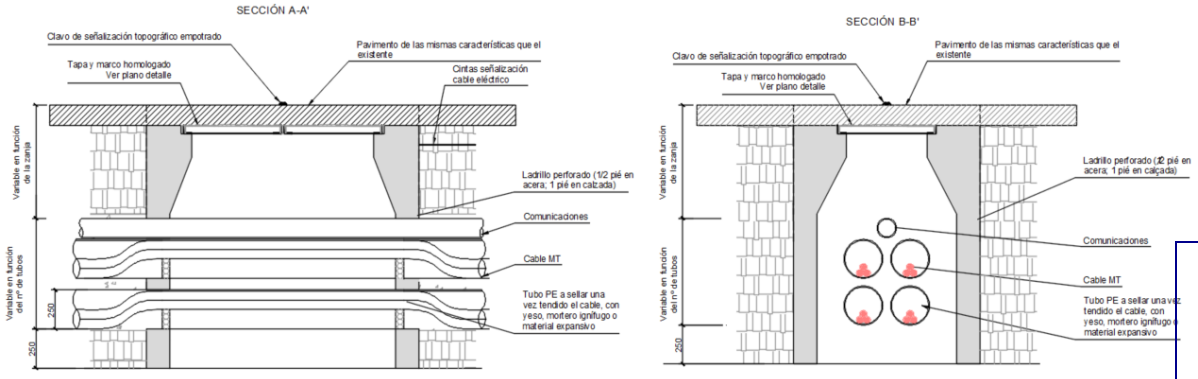


Ilustración 9. Detalle arqueta registrable

En la siguiente tabla se identifican y enumeran las arquetas existentes y se reflejan sus coordenadas.

Tabla 5. Situación y coordenadas de las arquetas

N.º Arqueta	Coordenadas Vértices (ETRS89: HUSO 30)		Localización	
	X (m)	Y (m)	Municipio	Provincia
AR 01	347.416	4.607.970	Simancas	Valladolid
AR 02	347.456	4.607.873	Simancas	Valladolid
AR 03	347.483	4.607.834	Simancas	Valladolid
AR 04	347.523	4.607.727	Simancas	Valladolid
AR 05	347.661	4.607.745	Simancas	Valladolid
AR 06	347.763	4.607.769	Simancas	Valladolid
AR 07	347.900	4.607.800	Simancas	Valladolid
AR 08	348.108	4.607.816	Simancas	Valladolid
AR 09	348.217	4.607.822	Simancas	Valladolid
AR 10	348.327	4.607.830	Simancas	Valladolid
AR 11	348.427	4.607.836	Simancas	Valladolid
AR 12	348.527	4.607.841	Simancas	Valladolid
AR 13	348.634	4.607.849	Simancas	Valladolid
AR 14	348.675	4.607.995	Simancas	Valladolid
AR 15	348.666	4.608.136	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 16	348.674	4.608.232	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 17	348.791	4.608.233	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 18	348.830	4.608.132	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 19	348.950	4.608.132	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 20	349.070	4.608.131	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 21	349.183	4.608.131	Arroyo de la Encomienda	Valladolid

7.2.8 SEÑALIZACIÓN

En los tramos intermedios y en los puntos extremos de la instalación, se identificarán todos los cables tanto por circuito como por fase.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En el exterior se colocarán hitos y/o placas de señalización a una distancia máxima de 50 metros. Se señalizarán también los cambios de sentido del trazado, (inicio, final de la curva y el punto medio). En las placas de identificación se troquelará la tensión del cable y la distancia a la que discurre la zanja y su profundidad.

8 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

8.1 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Se seguirán las normas generales sobre afecciones de la ITC-LAT-06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión y las condiciones que imponga cada Ayuntamiento, así como los Organismos competentes afectados por disposiciones legales.

8.1.1 DISTANCIA A CALLES Y CARRETERAS

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

8.1.2 DISTANCIA A FERROCARRILES

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

8.1.3 DISTANCIA A LÍNEAS ELÉCTRICAS

8.1.3.1 Cruzamientos

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de alta tensión y otros cables de energía eléctrica será mínimo de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

8.1.3.2 Paralelismos

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de alta tensión del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

8.1.4 DISTANCIA A CABLES DE TELECOMUNICACIÓN

8.1.4.1 Cruzamientos

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

8.1.4.2 Paralelismos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

8.1.5 DISTANCIA A CONDUCCIONES DE AGUA

8.1.5.1 Cruzamientos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

8.1.5.2 Paralelismos

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

8.1.6 DISTANCIA A CONDUCCIONES DE GAS

8.1.6.1 Cruzamientos

En los cruces de la línea subterránea de alta tensión con canalizaciones de gas se mantienen las distancias mínimas que se establecen en la tabla. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla.

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

Tabla 6. Distancias mínimas que mantener entre un cruzamiento con una conducción de gas

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,40 m	0,25 m

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

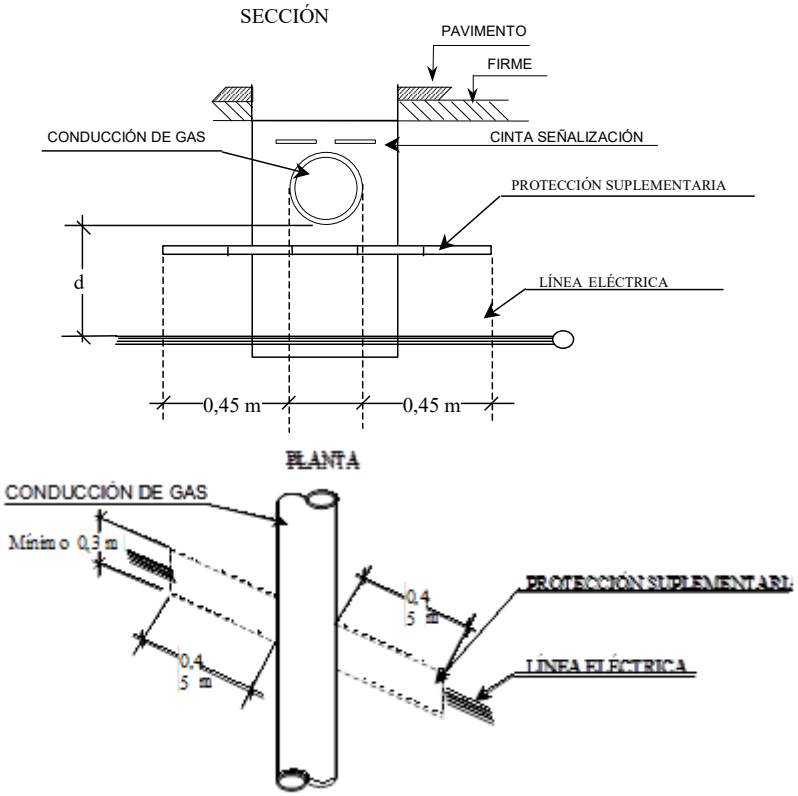


Ilustración 10. Protección suplementaria en un cruzamiento con una conducción de gas

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo por lo que no es necesaria una protección adicional entre la conducción de gas y la conducción eléctrica siempre que se cumpla la distancia mínima reglamentaría.

8.1.6.2 Paralelismos

En los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente:

Tabla 7. Distancias mínimas que mantener entre un paralelismo con una conducción de gas

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,25 m	0,15 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤ 4 bar	0,20 m	0,10 m

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla anterior. Esta protección suplementaria para colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

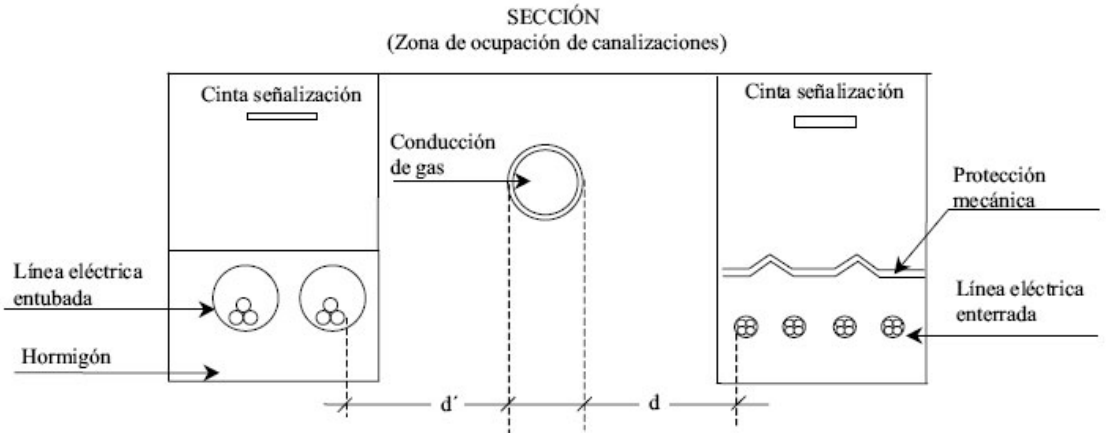


Ilustración 11.Protección suplementaria en paralelismo con una conducción de gas

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

Se asegurará la ventilación de los conductos, galerías y registros de los cables para evitar la posibilidad de acumulación de gases en ellos.

En todo momento se evitará la colocación de los cables eléctricos sobre la proyección vertical del conducto de gas, debiendo quedar dicho cable por debajo de la conducción de gas en caso de necesidad.

8.1.7 DISTANCIA A CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO

8.1.7.1 Cruzamientos

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 40 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

8.1.7.2 Paralelismos

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalará una protección con placas de PVC entre cables y alcantarillado.

8.1.8 DISTANCIA A DEPÓSITOS DE CARBURANTES

8.1.8.1 Cruzamientos

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199
VISADO

rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

8.1.8.2 Paralelismos

Entre los cables eléctricos y los depósitos de carburante se mantendrá una distancia mínima de 1,20m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalará una protección con placas de PVC entre cables y depósito.

9 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

A continuación, se indican los cruzamientos, paralelismos y afecciones identificados a lo largo del trazado de la línea:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

9.1 CRUZAMIENTOS EN EL TRAMO SUBTERRÁNEO

Tabla 8. Cruzamientos tramo subterráneo

N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Provincia	Municipio	Coordenadas UTM ETRS 89 (HUSO 30)	
					X(m)	Y(m)
CRS-01	Gasoducto	Enagás S.A.	Valladolid	Simancas	347.480	4.607.843
CRS-02	Línea Subterránea MT	LEBREL POWER, S.L.	Valladolid	Simancas	347.537	4.607.717
CRS-03	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.617	4.607.847
CRS-04	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.650	4.607.873
CRS-05	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.784	4.608.233
CRS-06	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.785	4.608.233
CRS-07	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.785	4.608.233
CRS-08	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.797	4.608.180
CRS-09	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.807	4.608.143
CRS-10	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.807	4.608.142
CRS-11	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.849	4.608.132
CRS-12	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.889	4.608.132
CRS-13	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.900	4.608.132

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Provincia	Municipio	Coordenadas UTM ETRS 89 (HUSO 30)	
					X(m)	Y(m)
CRS-14	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.955	4.608.132
CRS-15	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.957	4.608.132
CRS-16	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.988	4.608.132
CRS-17	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	348.997	4.608.131
CRS-18	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	349.054	4.608.131
CRS-19	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	349.110	4.608.131
CRS-20	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda	349.194	4.608.136

9.2 PARALELISMOS EN EL TRAMO SUBTERRÁNEO

Tabla 9. Paralelismos tramo subterráneo

N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Provincia	Municipio
PARS 1	Línea Subterránea MT	LEBREL POWER, S.L.	Valladolid	Simancas
PARS 2	Línea Subterránea MT	PODENCO POWER, S.L.	Valladolid	Simancas
PARS 3	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 4	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 5	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 6	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Provincia	Municipio
PARS 7	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 8	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 9	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 10	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 11	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 12	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 13	Gasoducto	NEDGIA, S.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda
PARS 14	Arroyo	Confederación Hidrográfica del Duero, O.A.	Valladolid	Arroyo de la Encomienda

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

10 ORGANISMOS AFECTADOS

En la siguiente tabla se muestra la relación de organismos afectados por la línea objeto del presente Proyecto:

Tabla 10.Organismos afectados

Organismos afectados
Ayuntamiento de Simancas
Ayuntamiento de Arroyo de la Encomienda
Enagás S.A.
LEBREL POWER, S.L.
PODENCO POWER, S.L.
Red Eléctrica de España, S.A.U.
I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
Telefónica de España, S.A.
NEDGIA, S.A.
Confederación Hidrográfica del Duero, O.A.

11 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 8 semanas, según se detalla en la planificación que se adjunta a continuación:

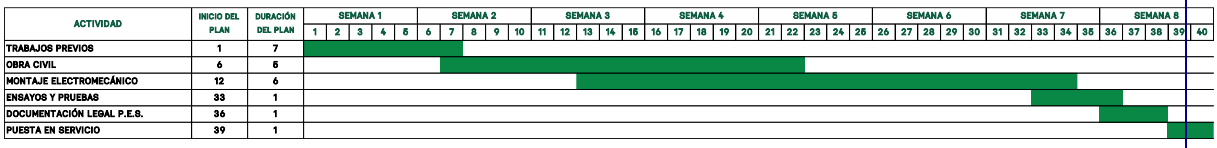


Ilustración 12. Cronograma ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

12 CONCLUSIÓN

Considerando expuestos los datos de diseño en esta memoria del proyecto de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula – SET Arroyo de la Encomienda, se reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente con el fin de servir de base como documento técnico para la obtención de la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción, si ha lugar, en conformidad con el marco legislativo vigente.

Madrid, julio de 2025
Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Francisco Luna Heredia
Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

ANEJO Nº1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CONTENIDO

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS SUBTERRÁNEOS 4
1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES 4
1.2 CARACTERÍSTICAS CABLE DE POTENCIA 4
1.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE 5
1.4 INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO 12
1.5 PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA 13
1.6 CAÍDA DE TENSIÓN 15
1.7 RESUMEN CÁLCULOS ELÉCTRICOS SUBTERRÁNEOS 15
1.8 REPORTE CÁLCULOS SUBTERRÁNEOS 16

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS SUBTERRÁNEOS

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características principales de los tramos son las siguientes:

Tabla 1. Características generales de la línea

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	13,2
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Categoría de la línea	3ª
Categoría de la red	A
Tipología de la línea	Subterránea
Inicio subterráneo	CPM Nenúfar Betula
Final subterráneo	SET Arroyo de la Encomienda
N.º de circuitos	2
N.º de conductores por fase	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja bajo tubo hormigonada
Tipo de cable subterráneo	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Potencia máxima admisible (MVA)	8,42
Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9) (MVA)	6,37
Tipo de cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Conexión de pantallas	Solid Bonding
Longitud subterránea (km)	2,43

1.2 CARACTERÍSTICAS CABLE DE POTENCIA

Los cables de la línea proyectada serán unipolares con aislamiento seco. Las características de estos cables de potencia serán las siguientes:

Tabla 2. Datos del cable de potencia RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16

Designación	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Material del conductor	Aluminio
Sección del conductor (mm²)	400
Diámetro nominal del conductor (mm)	23,40
Material del aislamiento	XLPE
Espesor del aislamiento (mm)	5,50
Pantalla metálica	Cobre
Sección de la pantalla (mm²)	16
Espesor de la cubierta (mm)	2,5
Diámetro nominal exterior [mm]	44,7
Peso aproximado [kg/m]	2,3
Resistencia eléctrica del conductor a 20ºC c.c. [Ω/km]	0,000078

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Capacidad nominal [µF/km]	0,37885
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (ºC)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (ºC)	250
Tiempo de cortocircuito (s)	0,5

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

A continuación, se detallan las capas del cable tipo a utilizar:



1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228. **Conductor obturado longitudinalmente contra el agua.**
2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
3 **Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío.**
5 **Protección longitudinal contra el agua:** cordones cruzados higroscópicos o cinta hinchante.
6 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm².
7 **Separador:** cinta de poliéster.
8 **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

Ilustración 1. Capas cable de potencia subterráneo

1.2.1 ZANJA ENTUBADA HORMIGONADA DOBLE CIRCUITO

Para el cálculo de la intensidad máxima admisible se considerarán las siguientes condiciones de instalación para una zanja entubada hormigonada doble circuito:

- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W
- Resistividad térmica del hormigón: 0,85 K·m/W
- Temperatura del terreno: 25 ºC
- Profundidad del prisma de hormigón: 1,40 m
- Profundidad del centro de terna: 1,234 m

1.3 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN RÉGIMEN PERMANENTE

Para el cálculo del conductor en régimen permanente se ha utilizado la norma UNE 21144. Este cálculo está basado en un modelo termo-eléctrico del conductor y sus condiciones de soterramiento, teniendo en cuenta la cantidad de calor que puede evacuar debido a la circulación de corriente. Se tendrán en cuenta los materiales de las capas del conductor y el tipo de instalación de los conductores.

La intensidad máxima admisible por el conductor vendrá dada por:

$$I = \left[\frac{\Delta\theta - W_d \cdot [0{,}5 \cdot T_1 + n \cdot (T_2 + T_3 + T_4)]}{R \cdot T_1 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1) \cdot T_2 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}\right]^{0,5}$$

Donde:

- R: resistencia del conductor en corriente alterna a la temperatura de servicio del cable.
- Wd: las pérdidas dieléctricas.
- λ1: el factor de pérdidas en las cubiertas metálicas o en las pantallas.
- λ2: el factor de pérdidas en las armaduras, los refuerzos y los tubos de acero.
- T1, T2, T3 y T4: resistencias térmicas de las diferentes capas de los conductores.

1.3.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA A TEMPERATURA DE SERVICIO

La resistencia del conductor en corriente continua depende directamente de la temperatura máxima de servicio, del coeficiente de variación a 20ºC y de la resistencia de conductor en corriente continua a 20ºC.

$$Rcc = R_0 \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)]$$

Donde:

- R_0 = resistencia del material en corriente continua a 20 ºC (Ω/m).
- α_{20} = coeficiente de variación a 20 ºC de la resistividad en función de la temperatura, por Kelvin.

El campo magnético generado por el conductor induce una distribución no uniforme de la densidad de corriente en su sección transversal, provocando que la corriente se concentre en las capas más externas del conductor, mientras que su valor disminuye en el núcleo. Este fenómeno, conocido como efecto piel (skin effect), influye en la resistencia eléctrica del conductor, incrementándola a medida que aumenta la frecuencia de la corriente y afecta a la resistencia mediante el siguiente factor:

$$y_s = \frac{x_S}{192 + 0{,}8 \cdot x_S^4}$$

Donde:

$$x_S^2 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f}{Rcc} \cdot 10^{-7} \cdot K_S$$

Donde:

- f = frecuencia de la corriente de alimentación, en hercios.
- K_s = factor que depende del tipo de conductor, determinado en la Tabla 2 de la UNE 21144.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0081989
VISADO

El efecto proximidad es el fenómeno por el cual la distribución de la corriente en un conductor se ve afectada por los campos magnéticos generados por el propio conductor y los conductores adyacentes. Afecta a la resistencia mediante el siguiente factor:

$$y_p = \frac{{x_p}^4}{(192 + 0{,}8 \cdot {x_p}^4)} \left(\frac{dc}{s}\right)^2 \cdot \left[0{,}312 \cdot \left(\frac{dc}{s}\right)^2 + \frac{1{,}18}{\frac{{x_p}^4}{192 + 0{,}8 \cdot {x_p}^4} + 0{,}27}\right]$$

Donde:

$$x_p^2 = \frac{8 \cdot \pi \cdot f}{R_{90}} \cdot 10^{-7} \cdot k_p$$

Siendo los valores para este caso:

Tabla 3. Parámetros del cable de potencia

Circuito	Cable de potencia	R_0 (Ω/km)	Ks	ys	Kp	yp
C1 Nenufar	400 AL	0,07780	1,00	0,00821	0,80	0,00617
C2 Betula	400 AL	0,07780	1,00	0,00821	0,80	0,00617

La fórmula para calcular la resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna es la siguiente:

$$R = R_{90} \cdot (1 + y_s + y_p)$$

Siendo:

- R = Resistencia del conductor en corriente alterna Ω/m.
- R_{90} = resistencia óhmica en c.c. a la temperatura máxima de servicio en Ω/m.
- y_s = factor de efecto pelicular.
- y_p = factor de proximidad.

Tabla 4. Resistencia del conductor en AC

Circuito	Cable de potencia	R_{90} (Ω/km)	R (Ω/km)
C1 Nenufar	400 AL	0,09975	0,10118
C2 Betula	400 AL	0,09975	0,10118

1.3.2 PÉRDIDAS DIELÉCTRICAS

Son las pérdidas producidas en el aislamiento al comportarse este como un material dieléctrico entre dos elementos en tensión. Deberán tenerse en cuenta a partir de ciertos valores de tensión, indicados en la Norma, respecto al material aislante correspondiente. No es necesario calcularla para cables multipolares no apantallados y cables de corriente continua.

$$W_d = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot U_0^2 \cdot tg\delta \ (W/m)$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Donde:

- w= pulsación o velocidad angular ($2 \cdot \pi \cdot f$).
- U_0= tensión con relación a tierra (V).
- tg δ= factor de pérdidas en el aislamiento, viene dado en la tabla 3 de la UNE 21144.
- C= capacidad del cable por unidad y longitud (F/m), que viene dada por:

$$C = \frac{\varepsilon}{18 \cdot ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} 10^{-9} \quad (F/m)$$

Donde:

- ε= Permitividad relativa del aislante
- D_i= diámetro exterior del aislamiento (con exclusión de la pantalla) en mm.
- d_c= diámetro del conductor (incluida capa semiconductora) en mm.

Tabla 5. Pérdidas dieléctricas del cable de potencia

Circuito	Cable de potencia	W_d (W/m)	ε	tg δ	D_i	d_c	C (μF/km)
C1 Nenufar	400 AL	0,02765	2,5	0,00400	36,80	23,40	0,37885
C2 Betula	400 AL	0,02765	2,5	0,00400	36,80	23,40	0,37885

1.3.3 FACTOR DE PÉRDIDAS EN LAS CUBIERTAS METÁLICAS O EN LAS PANTALLAS

Las pérdidas en las cubiertas metálicas o en las pantallas (λ_1) son debidas a las corrientes de circulación (λ'_1) y a las corrientes de Foucault (λ''_1).

$$\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$$

Estas pérdidas se expresan en relación con las pérdidas totales de energía en el conductor y deben evaluarse para cada caso particular. Las expresiones correspondientes a cables unipolares son aplicables únicamente en circuitos independientes, despreciando los efectos de retorno a través de tierra.

En configuraciones de puesta a tierra de tipo solid bonding, es decir, con conexión directa de las cubiertas metálicas o pantallas en ambos extremos y en los puntos intermedios, deben considerarse, de forma predominante, las pérdidas por corrientes de circulación (λ'_1) en las cubiertas o pantallas.

En este tipo de conexión, la circulación de corriente por las cubiertas metálicas puede ser significativa, por lo que su efecto sobre las pérdidas no puede ser despreciado. Las pérdidas por corrientes de Foucault (λ''_1), aunque también presentes, suelen ser de menor magnitud en comparación con las anteriores.

Tabla 6. Factor de pérdidas pantalla

Circuito	Cable de potencia	λ1
C1 Nenufar	400 AL	0,05932

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Circuito	Cable de potencia	λ1
C2 Betula	400 AL	0,05932

1.3.4 RESISTENCIAS TÉRMICAS

1.3.4.1 Resistencia térmica entre el conductor y la envolvente (T_1)

Es la resistencia del aislamiento del cable:

$$T_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot ln\left(1 + \frac{2 \cdot t_1}{d_c}\right)$$

Donde:

- ρ_T= resistividad térmica del cable (K·m/W).
- t_1= espesor del aislamiento entre el conductor y la envolvente (mm).
- d_c= diámetro del conductor (mm).

1.3.4.2 Resistencia térmica entre la cubierta y la armadura (T_2)

Para el cálculo de la resistividad térmica entre la cubierta y la armadura, T2, para cables unipolares, bipolares o tripolares que tengan una cubierta metálica común la fórmula es la siguiente:

$$T_2 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot ln\left(1 + \frac{2 \cdot t_2}{D_s}\right)$$

Donde:

- t_2 = espesor del asiento de la armadura (mm).
- D_s= diámetro exterior de la cubierta (mm).

1.3.4.3 Resistencia térmica del revestimiento o cubierta exterior (T_3)

Las cubiertas exteriores se disponen generalmente en capas concéntricas. A través de la siguiente expresión, se obtiene la resistencia térmica de la cubierta exterior T_3:

$$T_3 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot ln\left(1 + \frac{2 \cdot t_3}{D'_a}\right)$$

Donde:

- t_3= espesor del revestimiento exterior (mm).
- D'_a= diámetro exterior de la armadura (mm). En cables no armados es el diámetro exterior del componente inmediatamente por debajo.

1.3.4.4 Resistencia térmica externa, T4

Para el cálculo de esta resistencia térmica se diferencia entre cables al aire libre y cables enterrados. Para cables al aire libre se diferencia entre cables protegidos de la radiación solar y directamente expuestos a ella. Para cables enterrados existen varias ecuaciones para calcular el término T4 dependiendo del tipo de instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

Para cables unipolares bajo tubo:

$$T_4 = T'_4 + T''_4 + T'''_4$$

Donde:

- T'_4= resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto.
- T''_4= resistencia térmica del material que constituye el conducto.
- T'''_4= resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente.

$$T'_4 = \frac{U}{1 + 0{,}1 \cdot (V + Y \cdot \theta_m) \cdot D_e}$$

Donde:

- U, V e Y son las constantes, dependiendo del tipo de instalación y cuyos valores se dan en la Tabla 4 de la UNE 21144-2.
- D_e = diámetro exterior del cable (mm).
- Θ_m= temperatura media del medio que rellena el espacio entre el cable y el conducto (ºC).

$$T''_4 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot ln\left(\frac{D_o}{D_d}\right)$$

Donde:

- D_o= diámetro exterior del conducto (mm).
- D_d= diámetro interior del conducto (mm).
- ρ_T= resistividad térmica del material constitutivo del conducto (K·m/W).

$$T'''_4 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \rho_T \cdot ln\left[\left(u + \sqrt{u^2 - 1}\right) \cdot K\right]$$

Donde:

- K= valor obtenido del método de las imágenes según la instalación de los tubos.
- ρ_T= resistividad del terreno (K·m/W).
- $u = 2 \cdot L / D_e$

Donde:

- L= longitud entre la superficie y el eje del tubo (mm).
- D_e= diámetro exterior del tubo (mm).

1.3.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE

1.3.5.1 Zanja hormigonada doble circuito

Los resultados para la instalación de zanja hormigonada doble circuito utilizada en el Circuito 1 son los siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021829
VISADO

Tabla 7. Resultados

	Zanja entubada hormigonada (profundidad 1,234 m)			
Símbolo	Descripción	C1 Nenufar	C2 Betula	Unidad
θ	Temperatura del conductor	90,00	90,00	ºC
θ_i	Temperatura de la pantalla	85,90	85,90	ºC
θ_t	Temperatura del terreno	25,00	25,00	ºC
ρT	Resistividad del terreno	1,50	1,50	K·m/W
R_o	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	0,07780	0,07780	Ω/km
R_{90}	Resistencia en corriente continua a máxima temperatura (90 °C)	0,09975	0,09975	Ω/km
R	Resistencia en corriente alterna a 90°C	0,10118	0,10118	Ω/km
W_d	Pérdidas dieléctricas	0,02765	0,02765	W/m
T_1	Resistencia térmica por unidad de longitud entre el conductor y la pantalla	0,29922	0,29922	K·m/W
T_2	Resistencia térmica entre la cubierta y la armadura	-	-	K·m/W
T_3	Resistencia térmica de la cubierta	0,17066	0,17066	K·m/W
T_4	Resistencia térmica externa	4,17287	4,17287	K·m/W
I_{adm}	Intensidad máxima admisible	368,38	368,38	A
S_{adm}	Potencia máxima admisible	8,42	8,42	MVA

La potencia máxima admisible bajo las condiciones previamente especificadas es de 8,42 MVA. La sección del cable de potencia seleccionada para el doble circuito en zanja entubada y hormigonada, por lo tanto, garantiza la potencia requerida de 6,37 MVA.

1.3.6 PÉRDIDAS ELÉCTRICAS

Existen dos tipos de pérdidas en el cable, las pérdidas dieléctricas y las pérdidas óhmicas, que para condiciones normales serán las siguientes:

Pérdidas dieléctricas:

$$W_d = \varpi \cdot C \cdot U^2 \cdot tg\delta$$

Donde:

- U= tensión nominal de la línea (V)

Pérdidas óhmicas (conductor + pantalla):

$$P = R \cdot I^2 \cdot (1 + \lambda_1)$$

Donde:

- I= intensidad máxima de servicio (A)
- Las pérdidas totales en cada circuito serán:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

$$P_t = 3 \cdot (P + W_d)$$

Tabla 8. Pérdidas eléctricas

Circuito	Cable de potencia	Longitud (m)	W_d (W/m)	P (W/m)	P_t (W/m)	P_t (MW)	P_t (%)
C1 Nenufar	400 AL	2433	0,02765	7,32090	22,04565	53,63707	0,936%
C2 Betula	400 AL	2433	0,02765	7,32090	22,04565	53,63707	0,936%

1.4 INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO

Tomando como base la Norma UNE 21192:1992, la expresión para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito adiabático es:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} \sqrt{ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)} \cdot 10^{-3}$$

Donde:

- $S_{conductor}$ = sección del conductor (mm²).
- $S_{pantalla}$ = sección de la pantalla (mm²).
- t = duración del cortocircuito (s), se establece en 0,5 segundos.
- K = constante dependiente del material del conductor o pantalla, 148 A·s½/mm² para el Aluminio y 226 A·s½/mm² para el Cobre.
- θ_f = temperatura final (ºC).
- θ_i = temperatura inicial (ºC).
- β = inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor, 228 K para el Aluminio y 234,5 K para el cobre.

Los valores en este caso son:

Tabla 9. Parámetros del conductor y la pantalla para el cálculo de corriente de cortocircuito

Circuito	$\beta_{conductor}$	$\beta_{pantalla}$	$S_{conductor}$ (mm²)	$S_{pantalla}$ (mm²)	$K_{conductor}$	$K_{pantalla}$
C1 Nenufar	228	235	400,00	16,00	148	226
C2 Betula	228	235	400,00	16,00	148	226

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se consideran las siguientes temperaturas:

- Temperatura inicial conductor: 90 ºC.
- Temperatura final conductor: 250 ºC.
- Temperatura inicial pantalla: 80 ºC.
- Temperatura final pantalla: 180 ºC.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores y en la pantalla se especifican en la siguiente tabla:

Tabla 10. Intensidad admisible de cortocircuito en conductor y pantalla

Icc adm conductor (kA)	Icc adm pantalla (kA)
53,45	2,69

En el caso de una línea eléctrica de tensión nominal 13,2 kV, dado que no se disponen datos reales de potencia de cortocircuito (Scc), se definen los siguientes valores de diseño:

- Potencia de cortocircuito máxima de diseño: 300 MVA
- Potencia de cortocircuito mínima: 50 MVA

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- I_{cc} = Corriente de cortocircuito (kA).
- S_{cc} = Potencia de cortocircuito en el punto de conexión (MVA).
- U = Tensión nominal (kV).

La intensidad de cortocircuito en el supuesto más desfavorable será:

Tabla 11. Intensidad de cortocircuito en conductor y pantalla

Icc adm conductor (kA)	Icc adm pantalla (kA)
13,12	2,19

Por lo tanto, se cumple que:

- La corriente de corto circuito soportada por el cable durante 0,5 s (Icc adm=53,45 kA) es mayor que la máxima esperada (Icc=13,12 kA), por lo que se considera adecuado.
- La corriente de corto circuito soportada por la pantalla durante 0,5 s (Icc adm=2,69 kA) es mayor que la máxima esperada (Icc=2,19 kA), por lo que se considera adecuado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1.5 PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

La impedancia directa e inversa se calculan de la siguiente manera:

$$Z_d = Z_i = R \cdot (1 + \lambda_1) + j \cdot X$$

Donde:

- R= resistencia en corriente alterna a temperatura de servicio (Ω/m).
- λ_1= pérdidas en las cubiertas metálicas o en las pantallas.
- w= pulsación (rad/s).
- X, reactancia calculada con la ecuación mostrada a continuación:

$$X = w \cdot L = w \cdot \left[0{,}5 + 2 \cdot ln\left(\frac{2 \cdot s}{d_c}\right)\right] \cdot 10^{-7}$$

Donde:

- s = separación entre conductores (mm).
- d_c= diámetro del conductor (mm).
- La impedancia homopolar se obtiene mediante:

$$Z_0 = (R + R_s) + j \cdot \left[2 \cdot w \cdot 10^{-7} \cdot ln\left(\frac{d'}{0{,}78 \cdot d_c}\right)\right]$$

Donde:

- R= resistencia en corriente alterna a temperatura de servicio (Ω/m).
- R_s= resistencia de la pantalla metálica a temperatura de servicio (Ω/m).
- w= pulsación (rad/s).
- d'= (mm).
- d_c= diámetro del conductor (mm).

La impedancia de onda se calcula con la ecuación:

$$Z_s = \sqrt{\frac{L_{cp}}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot ln\left(\frac{d'}{0{,}78 \cdot d_c}\right)}{C}}$$

Donde:

- d'= (mm).
- d_c= diámetro del conductor (mm).
- C= capacidad del cable (F/m).

La susceptancia se calcula a partir de la fórmula:

$$B = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C$$

Donde:

- f= frecuencia (Hz).
- C= capacidad del cable (F/m).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Tabla 12. Parámetros eléctricos

Circuito	Z_d (Ω/km)	$\|Z_d\|$ (Ω/km)	Z_0 (Ω/km)	$\|Z_0\|$ (Ω/km)	Z_s (Ω)	X (Ω/km)	B (S/km)
C1 Nenufar	0,10118+0,3203j	0,33590	1,510301+0,053796j	1,51126	29,10	0,32030	0,00012
C2 Betula	0,10118+0,3203j	0,33590	1,510301+0,053796j	1,51126	29,10	0,32030	0,00012

1.6 CAÍDA DE TENSIÓN

El cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot cos\ \varphi + X \cdot sin\ \varphi)$$

donde:

- I= corriente nominal (A).
- R= resistencia del conductor en corriente alterna (Ω/km).
- X= reactancia media para el circuito (Ω/km).
- L= longitud del circuito (km).

Tabla 13. Caída de tensión

Circuito	ΔU (kV)	ΔU (%)
C1 Nenufar	0,269	2,039%
C2 Betula	0,269	2,039%

1.7 RESUMEN CÁLCULOS ELÉCTRICOS SUBTERRÁNEOS

A continuación, se muestra un resumen de los cálculos eléctricos:

Tabla 14. Características eléctricas del supuesto más desfavorable. C1 Nenufar

Circuito	C1 Nenufar
Cable de potencia	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400 K Al + H16 Cu
Longitud del circuito (km)	2,433
Rcc, Resistencia c.c. a 90 ºC (Ω/km)	0,09975
R, Resistencia c.a. a 90 ºC (Ω/km)	0,10118
C, Capacidad del cable (µF/km)	0,37885
X, Reactancia (Ω/km)	0,32030
Z, Impedancia directa o inversa (Ω/km)	0,10118+0,3203j
Zo, Impedancia homopolar (Ω/km)	1,510301+0,053796j
Zs, Impedancia de onda (Ω)	29,10
B, Susceptancia (S/km)	0,00012
Intensidad máxima admisible (A)	368,38
Potencia máxima admisible (MVA)	8,42
Potencia máxima admisible (f.p. 0,9) (MW)	6,37

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Pt, Pérdidas totales por circuito (kW)	53,63707
Pt, Pérdidas totales por circuito (%)	0,936%
Caída de Tensión (kV)	0,269
Caída de Tensión (%)	2,039%

1.8 REPORTE CÁLCULOS SUBTERRÁNEOS

A continuación, se presentan los resultados del cálculo eléctrico para la instalación subterránea, obtenidos mediante el software InfiPro.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Circuito 1: PFV NENUFAR

Consideraciones para los cálculos:

Todos los cálculos de intensidad admisible que se muestran en este informe han sido realizados con INFIPRO, una herramienta de cálculo de intensidades admisibles verificada con el documento CIGRE TB 880 y en base a la norma IEC 60287. Dado que CIGRE TB 880 proporciona orientación adicional en comparación con IEC 60287, se ha seguido este documento.

Al considerar la precisión de los cálculos, se recomienda redondear la corriente actual final de la siguiente manera:

- Redondear hacia abajo al 1 A más cercano para intensidades hasta 200 A (ejemplo: 156,7 A pasa a 156 A)
- Redondear hacia abajo a 5 A más cercano para intensidades desde 200 a 500 A (ejemplo: 459,3 A pasa a 455 A)
- Redondear hacia abajo a 10 A más cercano para intensidades por encima de 500 A (ejemplo: 1234,9 A pasa a 1230 A)

Se han realizado iteraciones al menos hasta alcanzar la siguiente convergencia entre pasos de iteración:

- Diferencia entre las temperaturas inicial y final: <= 0,00001 K
- Diferencia entre los valores nominales de corriente inicial y final: <= 0,00001 A

Algunas consideraciones importantes:

Las pérdidas por corrientes de Foucault no se descartan y siempre se tienen en cuenta. Contrario a la norma IEC 60287, esto significa que estas pérdidas por corrientes de Foucault se han calculado en cada situación en la que hay una cubierta metálica continua.

Reducción de corrientes de Foucault por corrientes circulantes: según la norma IEC esto se aplica en conexiones solidly bonded con conductores Milliken. En INFIPRO las utilizamos para todos los conductores en conexiones solidly bonded.

En la norma IEC hay una simplificación en el cálculo de T4 que consiste en el uso de 2•u en lugar de u + sqrt($u^2 - 1$), cuando u es mayor que 10. Aunque esta simplificación sólo conlleva pequeños errores, en INFIPRO utilizamos el cálculo sin simplificar.

Aunque los cables pueden estar igualmente cargados, típicamente no tienen pérdidas iguales, lo cual es de vital importancia en los cálculos de intensidad admisible. La razón de esto es que hay diferencias de temperatura entre las diversas capas del cable en un sistema trifásico, y por lo tanto habrá diferencias en las pérdidas en los conductores, pantallas, cubiertas y armaduras. También surgen diferencias en las pérdidas de la cubierta debido a la posición relativa de las fases del cable. Esto se tiene en cuenta en el cálculo de T4.

Capacidad: La norma IEC proporciona una fórmula para el cálculo de la capacidad C de una fase con campo eléctrico radial, sin embargo, aunque esta fórmula es una buena aproximación (una milésima) de la fórmula exacta con la permitividad del vacío ε_0 ($\approx 8{,}854 \times 10^{-12}$), en INFIPRO utilizamos la fórmula exacta:

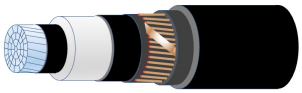
$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}{\ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} \quad (F/m)$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929

Circuito 1: PFV NENUFAR

Características de la conexión

Cable			RHZ1-2OL 12/20kV 1x400 K Al + H16 Cu
Frecuencia f		Hz	50
U_o		kV	7,621
U		kV	13,2
U_m		kV	24
U_P		kV	125
cos φ			0,9
Factor de carga	◉ cable corriente alterna ○ cable corriente continua	%	100
Longitud de la ruta		m	1.000
Conexión de pantallas	Directamente a tierra en los dos extremos -Solidly bonded- Espaciado constante		



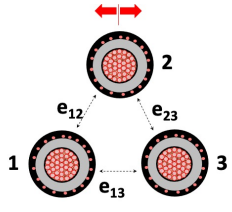
Características de la instalación

Nº Circuitos			2
Disposición de los cables			Tresbolillo vértice hacia arriba
Tipo de cable			Cables idénticos e igualmente cargados
Terreno			No existe desecación del suelo
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25
Resistividad térmica del terreno ρ_T / Resistividad térmica entre zanjas ρ_{T1}		K.m/W	1,5 / 1,5

Condiciones de instalación			Bloque de conductos
Profundidad Zanja P		mm	1.400,00
Ancho Zanja W		mm	650,00

			Vaina		Tubular
Material			PE		Sin tubular
$Ø_{EXT}$		mm	250		
$Ø_{INT}$		mm	218		
Centro X		mm	-160		
Centro Y		mm	1.235		
Nº de cables dentro			3		
Relleno Vaina	No				

Prisma hormigón		Sí
Profundidad P	mm	1.400,00
Profundidad L_G	mm	1.075,00
Alto H	mm	650,00
Ancho W	mm	650,00
Resistividad térmica Prisma hormigón ρ_c	K.m/W	0,85
Nº de cables en el bloque		6

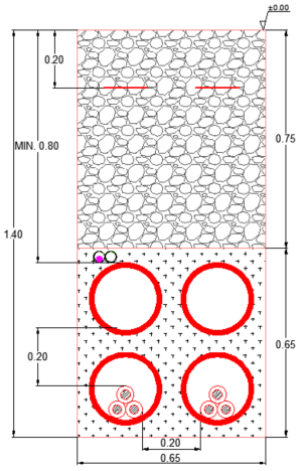


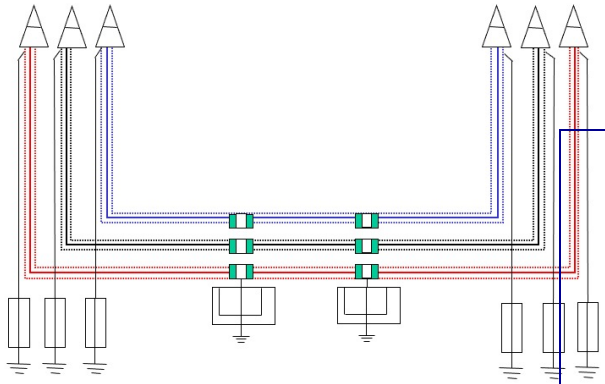
	e12	mm	0,00	Cable 1 X	mm	-182.60
	e23	mm	0,00	Cable 2 X	mm	-160.00
	e13	mm	0,00	Cable 3 X	mm	-137.40
	S12	mm	45,20	Cable 1 Y	mm	1341.63
	S23	mm	45,20	Cable 2 Y	mm	1302.49
	S13	mm	45,20	Cable 3 Y	mm	1341.63
	GMD	mm	45,20	Centro X	mm	-160.0
Transposición	Cables sin transposición a)			Centro Y	mm	1328.58

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en 0021920 FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA Colegiado nº

Circuito 1: PFV NENUFAR

Esquema de la instalación





			Gran vaina / Carcasa	Vaina	Tubular
Constante U			---	1,87	---
Constante V			---	0,312	---
Constante Y			---	0,0037	---
Resistividad térmica		K.m/W	---	3,5	---
Temperaturas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Maxima temperatura de servicio		ºC	90	90	90
Temperatura del conductor θ_c		ºC	60,0	60,0	60,0
Temperatura pantalla θ_{sc}		ºC	57,8	57,8	57,8
Temperatura pantalla θ_{sc}	Parte 2	ºC	---	---	---
Temperatura de la superficie del cable θ_o		ºC	56,6	56,6	56,6
Temperatura media en el conducto / tubular θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura media en la vaina θ_m		ºC	55,5	55,5	55,5
Temperatura media en la gran vaina / carcasa θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25,0	25,0	25,0
Temperatura crítica θ_X		ºC	---	---	---
Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$		ºC	0,00	0,00	0,00
Intensidad admisible			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Considerar las pérdidas dieléctricas?			Sí	Sí	Sí
Intensidad admisible I		A	**279,05**	**279,05**	**279,05**
Potencia admisible P		MVA	**6,38**	**6,38**	**6,38**
Potencia admisible P		MW	**5,74**	**5,74**	**5,74**
Resistencia del conductor en ca			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_0		Ω/m	7,780000E-5	7,780000E-5	7,780000E-5
Resistencia en cc @ θ_c R'		Ω/m	9,033772E-5	9,033772E-5	9,033772E-5
Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular k_s			1	1	1
X_S			1,179425	1,179425	1,179425
Factor de efecto pelicular γ_S			0,009998	0,009998	0,009998
Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad k_p			0,8	0,8	0,8
X_P			1,054910	1,054910	1,054910
Factor de efecto proximidad γ_P			0,007486	0,007486	0,007486
Resistencia del conductor en ca @ θ_cºC R		Ω/m	9,191710E-5	9,191710E-5	9,191710E-5
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E-3	1,199664E-3	1,199664E-3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}	Parte 2	Ω/m	---	---	---

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

VISADO

Circuito 1: PFV NENUFAR

Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,378079E-3	1,378079E-3	1,378079E-3
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	---	---	---
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E+0	1,199664E+0	1,199664E+0
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,378079E-3	1,378079E-3	1,378079E-3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2		Ω/m	0,000000	0,000000	0,000000
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia de la pantalla X		Ω/m	5,379580E-5	5,379580E-5	5,379580E-5
Reactancia de la pantalla X_1		Ω/m	---	---	---
Reactancia mutua X_m		Ω/m	---	---	---
Variable P			---	---	---
Variable Q			---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			0,022812	0,022812	0,022812
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		Parte 1	---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			---	---	---
Factor F			0,998478	0,998478	0,998478
m			0,022797	0,022797	0,022797
m			---	---	---
λ_0			2,811723E-4	2,811723E-4	2,811723E-4
λ_0			---	---	---
Δ_1			0,078272	0,078272	0,078272
Δ_1			---	---	---
Δ_2			0,000000E+0	0,000000E+0	0,000000E+0
Δ_2			---	---	---
β_1			141,185901	141,185901	141,185901
β_1			---	---	---
g_s			1,004508	1,004508	1,004508
g_s			---	---	---
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			0,000000	0,000000	0,000000
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			---	---	---
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			0,022812	0,022812	0,022812
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			---	---	---
Resistencias térmicas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Entre conductor y pantalla T_1		K.m/W	0,299224	0,299224	0,299224
Entre pantalla y armadura T_2		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
De la cubierta externa T_3		K.m/W	0,170664	0,170664	0,170664
Del espacio de aire en el interior de la tubular T'_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la tubular T''_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Del espacio de aire en el interior de la vaina T'_{4p}		K.m/W	0,310326	0,310326	0,310326
Propia de la vaina T''_{4p}		K.m/W	0,076296	0,076296	0,076296
Del espacio de aire en el interior de la carcasa T'_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la carcasa T''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de la carcasa T'''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de un cable o un conducto T'''		K.m/W	0,403287	0,403287	0,403287
Corrección para T4 Prisma hormigón		K.m/W	1,096080	1,096080	1,096080
○ Análisis de elementos finitos de El-Kady	L_G	mm	1.075,000	1.075,000	1.075,000
◉ IEC 60287	r_b	mm	357,281	357,281	357,281
	u		3,009	3,009	3,009
ΔT_4			0,832784	0,832784	0,832784
Resistencia térmica externa T_4		K.m/W	4,298591	4,298591	4,298591

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0001929

VISADO

Circuito 1: PFV NENUFAR

Pérdidas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
En el conductor W_C	W/m	7,15762	7,15762	7,15762
En el dieléctrico W_d	W/m	0,02765	0,02765	0,02765
En la pantalla W_S	W/m	0,16328	0,16328	0,16328
En la pantalla W_S	W/m	---	---	---
En la armadura W_a	W/m	0,00000	0,00000	0,00000
Pérdidas totales por efecto Joule W_I	W/m	7,32090	7,32090	7,32090
Totales W_T	W/m	7,34855	7,34855	7,34855
Totales Circuito W_T	W/m		22,04565	
Longitud de la ruta L	m		1.000	
Totales Circuito W_T	kW		22,046	

Inductancias y Reactancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Capacidad del cable C	µF/km	0,378852	0,378852	0,378852
Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Inductancia del conductor L	mH/km	0,320302	0,320302	0,320302
Inductancia de la pantalla L_S	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Reactancia inductiva X_L	Ω/km	0,100626	0,100626	0,100626
Reactancia de la pantalla X_S	Ω/km	0,053796	0,053796	0,053796
Reactancia capacitiva X_C	Ω/km	8,41341E+3	8,41341E+3	8,41341E+3

Caída de tensión		Cable 1	Cable 2	Cable 3
cos φ		0,9	0,9	0,9
Caída de tensión V_d	V/km	61,18	61,18	61,18
Longitud de la ruta L	m	1.000	1.000	1.000
Caída de tensión V_d	V	61,18	61,18	61,18

Impedancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Impedancia de la pantalla Z_S	Ω/km	1,378079 + j 0,053796	1,378079 + j 0,053796	1,378079 + j 0,053796
Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$	Ω/km	1,379129	1,379129	1,379129
Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$	Ω/km	29,10	29,10	29,10
Impedancia directa Z_+	Ω/km	0,091917 + j 0,100626	0,091917 + j 0,100626	0,091917 + j 0,100626
Impedancia inversa Z_-	Ω/km	0,091917 - j 0,100626	0,091917 - j 0,100626	0,091917 - j 0,100626
Impedancia de fase del cable | Z |	Ω/km	0,136288	0,136288	0,136288
Admitancia Y	S/km	4,948620 + j -5,417473	4,948620 + j -5,417473	4,948620 + j -5,417473
Admitancia | Y |	S/km	7,337428	7,337428	7,337428
Conductancia G	S/km	4,948620	4,948620	4,948620
Susceptancia B	S/km	-5,417473	-5,417473	-5,417473
Susceptancia capacitiva B	µS/km	-118,858	-118,858	-118,858

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.colegiotim.es (32229)
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº

Circuito 1: PFV NENUFAR

Secuencia Homopolar		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia homopolar X_0	Ω/km	0,046830	0,046830	0,046830
Resistencia homopolar R_0 @ 20ºC	Ω/km	1,199742	1,199742	1,199742
Resistencia homopolar R_0 @ 25ºC	Ω/km	1,223317	1,223317	1,223317
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,20066	1,20066	1,20066
Admitancia Y	S/km	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325
Admitancia | Y |	S/km	0,83288	0,83288	0,83288
Conductancia G	S/km	0,83224	0,83224	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03249	-0,03249	-0,03249
Impedancia homopolar Z_0 @ 25ºC	Ω/km	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468
Impedancia homopolar | Z_0 | @ 25ºC	Ω/km	1,22421	1,22421	1,22421
Admitancia Y	S/km	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312
Admitancia | Y |	S/km	0,81685	0,81685	0,81685
Conductancia G	S/km	0,81625	0,81625	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03125	-0,03125	-0,03125

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC

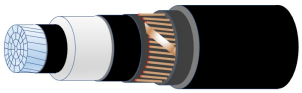
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00999

VISADO

Circuito 2: PFV BETULA

Características de la conexión

Cable			RHZ1-2OL 12/20kV 1x400 K Al + H16 Cu
Frecuencia f		Hz	50
U_o		kV	7,621
U		kV	13,2
U_m		kV	24
U_P		kV	125
cos φ			0,9
Factor de carga	● cable corriente alterna ○ cable corriente continua	%	100
Longitud de la ruta		m	1.000
Conexión de pantallas	Directamente a tierra en los dos extremos -Solidly bonded- Espaciado constante		



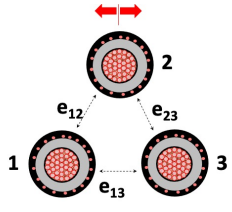
Características de la instalación

Nº Circuitos			2
Disposición de los cables			Tresbolillo vértice hacia arriba
Tipo de cable			Cables idénticos e igualmente cargados
Terreno			No existe desecación del suelo
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25
Resistividad térmica del terreno ρ_T / Resistividad térmica entre zanjas ρ_{T1}		K.m/W	1,5 / 1,5

Condiciones de instalación			Bloque de conductos
Profundidad Zanja P		mm	1.400,00
Ancho Zanja W		mm	650,00

			Vaina		Tubular
Material			PE		Sin tubular
$Ø_{EXT}$		mm	250		
$Ø_{INT}$		mm	218		
Centro X		mm	160		
Centro Y		mm	1.235		
Nº de cables dentro			3		
Relleno Vaina	No				

Prisma hormigón		Sí
Profundidad P	mm	1.400,00
Profundidad L_G	mm	1.075,00
Alto H	mm	650,00
Ancho W	mm	650,00
Resistividad térmica Prisma hormigón ρ_c	K.m/W	0,85
Nº de cables en el bloque		6

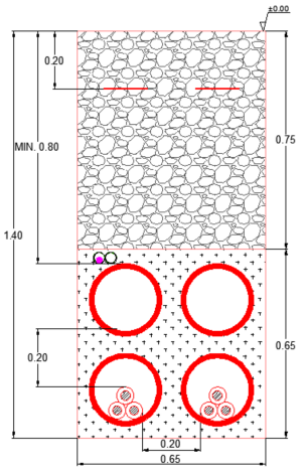


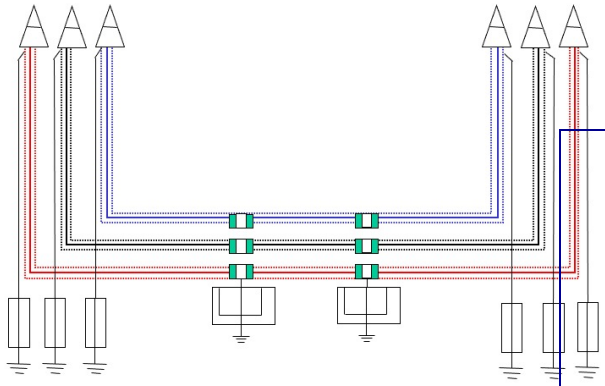
	e12	mm	0,00	Cable 1 X	mm	137.40
	e23	mm	0,00	Cable 2 X	mm	160.00
	e13	mm	0,00	Cable 3 X	mm	182.60
	S12	mm	45,20	Cable 1 Y	mm	1341.63
	S23	mm	45,20	Cable 2 Y	mm	1302.49
	S13	mm	45,20	Cable 3 Y	mm	1341.63
	GMD	mm	45,20	Centro X	mm	160.0
Transposición	Cables sin transposición a)			Centro Y	mm	1328.58

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en 00219220 FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA Colegiado nº

Circuito 2: PFV BETULA

Esquema de la instalación





			Gran vaina / Carcasa	Vaina	Tubular
Constante U			---	1,87	---
Constante V			---	0,312	---
Constante Y			---	0,0037	---
Resistividad térmica		K.m/W	---	3,5	---
Temperaturas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Maxima temperatura de servicio		ºC	90	90	90
Temperatura del conductor θ_c		ºC	60,0	60,0	60,0
Temperatura pantalla θ_{sc}		ºC	57,8	57,8	57,8
Temperatura pantalla θ_{sc}	Parte 2	ºC	---	---	---
Temperatura de la superficie del cable θ_o		ºC	56,6	56,6	56,6
Temperatura media en el conducto / tubular θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura media en la vaina θ_m		ºC	55,5	55,5	55,5
Temperatura media en la gran vaina / carcasa θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25,0	25,0	25,0
Temperatura crítica θ_X		ºC	---	---	---
Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$		ºC	0,00	0,00	0,00
Intensidad admisible			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Considerar las pérdidas dieléctricas?			Sí	Sí	Sí
Intensidad admisible I		A	**279,05**	**279,05**	**279,05**
Potencia admisible P		MVA	**6,38**	**6,38**	**6,38**
Potencia admisible P		MW	**5,74**	**5,74**	**5,74**
Resistencia del conductor en ca			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_0		Ω/m	7,780000E-5	7,780000E-5	7,780000E-5
Resistencia en cc @ θ_c R'		Ω/m	9,033772E-5	9,033772E-5	9,033772E-5
Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular k_s			1	1	1
X_S			1,179425	1,179425	1,179425
Factor de efecto pelicular γ_S			0,009998	0,009998	0,009998
Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad k_p			0,8	0,8	0,8
X_P			1,054910	1,054910	1,054910
Factor de efecto proximidad γ_P			0,007486	0,007486	0,007486
Resistencia del conductor en ca @ θ_cºC R		Ω/m	9,191710E-5	9,191710E-5	9,191710E-5
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E-3	1,199664E-3	1,199664E-3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}	Parte 2	Ω/m	---	---	---

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

VISADO

Circuito 2: PFV BETULA

Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,378079E-3	1,378079E-3	1,378079E-3
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	---	---	---
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E+0	1,199664E+0	1,199664E+0
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,378079E-3	1,378079E-3	1,378079E-3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2		Ω/m	0,000000	0,000000	0,000000
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia de la pantalla X		Ω/m	5,379580E-5	5,379580E-5	5,379580E-5
Reactancia de la pantalla X_1		Ω/m	---	---	---
Reactancia mutua X_m		Ω/m	---	---	---
Variable P			---	---	---
Variable Q			---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			0,022812	0,022812	0,022812
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		Parte 1	---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			---	---	---
Factor F			0,998478	0,998478	0,998478
m			0,022797	0,022797	0,022797
m			---	---	---
λ_0			2,811723E-4	2,811723E-4	2,811723E-4
λ_0			---	---	---
Δ_1			0,078272	0,078272	0,078272
Δ_1			---	---	---
Δ_2			0,000000E+0	0,000000E+0	0,000000E+0
Δ_2			---	---	---
β_1			141,185901	141,185901	141,185901
β_1			---	---	---
g_s			1,004508	1,004508	1,004508
g_s			---	---	---
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			0,000000	0,000000	0,000000
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			---	---	---
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			0,022812	0,022812	0,022812
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			---	---	---
Resistencias térmicas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Entre conductor y pantalla T_1		K.m/W	0,299224	0,299224	0,299224
Entre pantalla y armadura T_2		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
De la cubierta externa T_3		K.m/W	0,170664	0,170664	0,170664
Del espacio de aire en el interior de la tubular T'_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la tubular T''_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Del espacio de aire en el interior de la vaina T'_{4p}		K.m/W	0,310326	0,310326	0,310326
Propia de la vaina T''_{4p}		K.m/W	0,076296	0,076296	0,076296
Del espacio de aire en el interior de la carcasa T'_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la carcasa T''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de la carcasa T'''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de un cable o un conducto T'''		K.m/W	0,403287	0,403287	0,403287
Corrección para T4 Prisma hormigón		K.m/W	1,096080	1,096080	1,096080
○ Análisis de elementos finitos de El-Kady	L_G	mm	1.075,000	1.075,000	1.075,000
◉ IEC 60287	r_b	mm	357,281	357,281	357,281
	u		3,009	3,009	3,009
ΔT_4			0,832784	0,832784	0,832784
Resistencia térmica externa T_4		K.m/W	4,298591	4,298591	4,298591

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0001929

VISADO

Circuito 2: PFV BETULA

Pérdidas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
En el conductor W_C	W/m	7,15762	7,15762	7,15762
En el dieléctrico W_d	W/m	0,02765	0,02765	0,02765
En la pantalla W_S	W/m	0,16328	0,16328	0,16328
En la pantalla W_S	W/m	---	---	---
En la armadura W_a	W/m	0,00000	0,00000	0,00000
Pérdidas totales por efecto Joule W_I	W/m	7,32090	7,32090	7,32090
Totales W_T	W/m	7,34855	7,34855	7,34855
Totales Circuito W_T	W/m		22,04565	
Longitud de la ruta L	m		1.000	
Totales Circuito W_T	kW		22,046	

Inductancias y Reactancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Capacidad del cable C	µF/km	0,378852	0,378852	0,378852
Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Inductancia del conductor L	mH/km	0,320302	0,320302	0,320302
Inductancia de la pantalla L_S	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Reactancia inductiva X_L	Ω/km	0,100626	0,100626	0,100626
Reactancia de la pantalla X_S	Ω/km	0,053796	0,053796	0,053796
Reactancia capacitiva X_C	Ω/km	8,41341E+3	8,41341E+3	8,41341E+3

Caída de tensión		Cable 1	Cable 2	Cable 3
cos φ		0,9	0,9	0,9
Caída de tensión V_d	V/km	61,18	61,18	61,18
Longitud de la ruta L	m	1.000	1.000	1.000
Caída de tensión V_d	V	61,18	61,18	61,18

Impedancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Impedancia de la pantalla Z_S	Ω/km	1,378079 + j 0,053796	1,378079 + j 0,053796	1,378079 + j 0,053796
Impedancia de la pantalla $\| Z_S \|$	Ω/km	1,379129	1,379129	1,379129
Impedancia de onda $\| Z_{SI} \|$	Ω/km	29,10	29,10	29,10
Impedancia directa Z_+	Ω/km	0,091917 + j 0,100626	0,091917 + j 0,100626	0,091917 + j 0,100626
Impedancia inversa Z_-	Ω/km	0,091917 - j 0,100626	0,091917 - j 0,100626	0,091917 - j 0,100626
Impedancia de fase del cable | Z |	Ω/km	0,136288	0,136288	0,136288
Admitancia Y	S/km	4,948620 + j -5,417473	4,948620 + j -5,417473	4,948620 + j -5,417473
Admitancia | Y |	S/km	7,337428	7,337428	7,337428
Conductancia G	S/km	4,948620	4,948620	4,948620
Susceptancia B	S/km	-5,417473	-5,417473	-5,417473
Susceptancia capacitiva B	µS/km	-118,858	-118,858	-118,858

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org/cvds
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 32229

Circuito 2: PFV BETULA

Secuencia Homopolar		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia homopolar X_0	Ω/km	0,046830	0,046830	0,046830
Resistencia homopolar R_0 @ 20ºC	Ω/km	1,199742	1,199742	1,199742
Resistencia homopolar R_0 @ 25ºC	Ω/km	1,223317	1,223317	1,223317
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,20066	1,20066	1,20066
Admitancia Y	S/km	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325
Admitancia | Y |	S/km	0,83288	0,83288	0,83288
Conductancia G	S/km	0,83224	0,83224	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03249	-0,03249	-0,03249
Impedancia homopolar Z_0 @ 25ºC	Ω/km	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468
Impedancia homopolar | Z_0 | @ 25ºC	Ω/km	1,22421	1,22421	1,22421
Admitancia Y	S/km	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312
Admitancia | Y |	S/km	0,81685	0,81685	0,81685
Conductancia G	S/km	0,81625	0,81625	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03125	-0,03125	-0,03125

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00019282
VISADO

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

Circuito 1: PFV NENUFAR

Consideraciones para los cálculos:

Todos los cálculos de intensidad admisible que se muestran en este informe han sido realizados con INFIPRO, una herramienta de cálculo de intensidades admisibles verificada con el documento CIGRE TB 880 y en base a la norma IEC 60287. Dado que CIGRE TB 880 proporciona orientación adicional en comparación con IEC 60287, se ha seguido este documento.

Al considerar la precisión de los cálculos, se recomienda redondear la corriente actual final de la siguiente manera:

- Redondear hacia abajo al 1 A más cercano para intensidades hasta 200 A (ejemplo: 156,7 A pasa a 156 A)
- Redondear hacia abajo a 5 A más cercano para intensidades desde 200 a 500 A (ejemplo: 459,3 A pasa a 455 A)
- Redondear hacia abajo a 10 A más cercano para intensidades por encima de 500 A (ejemplo: 1234,9 A pasa a 1230 A)

Se han realizado iteraciones al menos hasta alcanzar la siguiente convergencia entre pasos de iteración:

- Diferencia entre las temperaturas inicial y final: <= 0,00001 K
- Diferencia entre los valores nominales de corriente inicial y final: <= 0,00001 A

Algunas consideraciones importantes:

Las pérdidas por corrientes de Foucault no se descartan y siempre se tienen en cuenta. Contrario a la norma IEC 60287, esto significa que estas pérdidas por corrientes de Foucault se han calculado en cada situación en la que hay una cubierta metálica continua.

Reducción de corrientes de Foucault por corrientes circulantes: según la norma IEC esto se aplica en conexiones solidly bonded con conductores Milliken. En INFIPRO las utilizamos para todos los conductores en conexiones solidly bonded.

En la norma IEC hay una simplificación en el cálculo de T4 que consiste en el uso de 2•u en lugar de u + sqrt($u^2 - 1$), cuando u es mayor que 10. Aunque esta simplificación sólo conlleva pequeños errores, en INFIPRO utilizamos el cálculo sin simplificar.

Aunque los cables pueden estar igualmente cargados, típicamente no tienen pérdidas iguales, lo cual es de vital importancia en los cálculos de intensidad admisible. La razón de esto es que hay diferencias de temperatura entre las diversas capas del cable en un sistema trifásico, y por lo tanto habrá diferencias en las pérdidas en los conductores, pantallas, cubiertas y armaduras. También surgen diferencias en las pérdidas de la cubierta debido a la posición relativa de las fases del cable. Esto se tiene en cuenta en el cálculo de T4.

Capacidad: La norma IEC proporciona una fórmula para el cálculo de la capacidad C de una fase con campo eléctrico radial, sin embargo, aunque esta fórmula es una buena aproximación (una milésima) de la fórmula exacta con la permitividad del vacío ε_0 ($\approx 8{,}854 \times 10^{-12}$), en INFIPRO utilizamos la fórmula exacta:

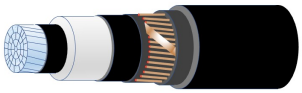
$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}{\ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} \quad (F/m)$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929

Circuito 1: PFV NENUFAR

Características de la conexión

Cable			RHZ1-2OL 12/20kV 1x400 K Al + H16 Cu
Frecuencia f		Hz	50
U_o		kV	7,621
U		kV	13,2
U_m		kV	24
U_P		kV	125
cos φ			0,9
Factor de carga	● cable corriente alterna ○ cable corriente continua	%	100
Longitud de la ruta		m	1.000
Conexión de pantallas	Directamente a tierra en los dos extremos -Solidly bonded- Espaciado constante		



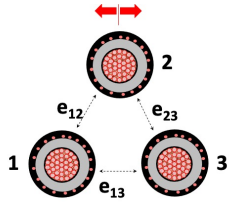
Características de la instalación

Nº Circuitos			2
Disposición de los cables			Tresbolillo vértice hacia arriba
Tipo de cable			Cables idénticos e igualmente cargados
Terreno			No existe desecación del suelo
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25
Resistividad térmica del terreno ρ_T / Resistividad térmica entre zanjas ρ_{T1}		K.m/W	1,5 / 1,5

Condiciones de instalación			Bloque de conductos
Profundidad Zanja P		mm	1.400,00
Ancho Zanja W		mm	650,00

			Vaina		Tubular
Material			PE		Sin tubular
$Ø_{EXT}$		mm	250		
$Ø_{INT}$		mm	218		
Centro X		mm	-160		
Centro Y		mm	1.235		
Nº de cables dentro			3		
Relleno Vaina	No				

Prisma hormigón		Sí
Profundidad P	mm	1.400,00
Profundidad L_G	mm	1.075,00
Alto H	mm	650,00
Ancho W	mm	650,00
Resistividad térmica Prisma hormigón ρ_c	K.m/W	0,85
Nº de cables en el bloque		6

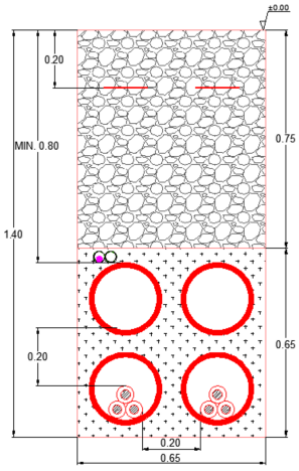


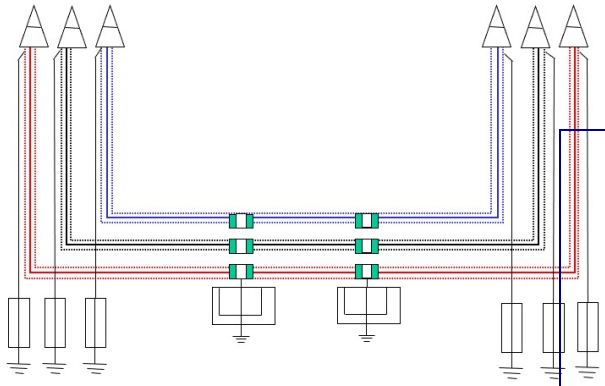
	e12	mm	0,00	Cable 1 X	mm	-182.60
	e23	mm	0,00	Cable 2 X	mm	-160.00
	e13	mm	0,00	Cable 3 X	mm	-137.40
	S12	mm	45,20	Cable 1 Y	mm	1341.63
	S23	mm	45,20	Cable 2 Y	mm	1302.49
	S13	mm	45,20	Cable 3 Y	mm	1341.63
	GMD	mm	45,20	Centro X	mm	-160.0
Transposición	Cables sin transposición a)			Centro Y	mm	1328.58

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en 902192070
FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA Colegiado nº

Circuito 1: PFV NENUFAR

Esquema de la instalación





			Gran vaina / Carcasa	Vaina	Tubular
Constante U			---	1,87	---
Constante V			---	0,312	---
Constante Y			---	0,0037	---
Resistividad térmica		K.m/W	---	3,5	---
Temperaturas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Maxima temperatura de servicio		ºC	90	90	90
Temperatura del conductor θ_c		ºC	90,0	90,0	90,0
Temperatura pantalla θ_{sc}		ºC	85,9	85,9	85,9
Temperatura pantalla θ_{sc}	Parte 2	ºC	---	---	---
Temperatura de la superficie del cable θ_o		ºC	83,5	83,5	83,5
Temperatura media en el conducto / tubular θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura media en la vaina θ_m		ºC	81,6	81,6	81,6
Temperatura media en la gran vaina / carcasa θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25,0	25,0	25,0
Temperatura crítica θ_X		ºC	---	---	---
Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$		ºC	0,00	0,00	0,00
Intensidad admisible			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Considerar las pérdidas dieléctricas?			Sí	Sí	Sí
Intensidad admisible I		A	**368,38**	**368,38**	**368,38**
Potencia admisible P		MVA	**8,42**	**8,42**	**8,42**
Potencia admisible P		MW	**7,58**	**7,58**	**7,58**
Resistencia del conductor en ca			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_0		Ω/m	7,780000E-5	7,780000E-5	7,780000E-5
Resistencia en cc @ θ_c R'		Ω/m	9,974738E-5	9,974738E-5	9,974738E-5
Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular k_s			1	1	1
X_S			1,122417	1,122417	1,122417
Factor de efecto pelicular γ_S			0,008212	0,008212	0,008212
Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad k_p			0,8	0,8	0,8
X_P			1,003920	1,003920	1,003920
Factor de efecto proximidad γ_P			0,006171	0,006171	0,006171
Resistencia del conductor en ca @ θ_cºC R		Ω/m	1,011820E-4	1,011820E-4	1,011820E-4
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E-3	1,199664E-3	1,199664E-3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}	Parte 2	Ω/m	---	---	---

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Circuito 1: PFV NENUFAR

Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,510301E-3	1,510301E-3	1,510301E-3
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	---	---	---
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E+0	1,199664E+0	1,199664E+0
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,510301E-3	1,510301E-3	1,510301E-3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2		Ω/m	0,000000	0,000000	0,000000
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia de la pantalla X		Ω/m	5,379580E-5	5,379580E-5	5,379580E-5
Reactancia de la pantalla X_1		Ω/m	---	---	---
Reactancia mutua X_m		Ω/m	---	---	---
Variable P			---	---	---
Variable Q			---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			0,018914	0,018914	0,018914
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		Parte 1	---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			---	---	---
Factor F			0,998733	0,998733	0,998733
m			0,020801	0,020801	0,020801
m			---	---	---
λ_0			2,341162E-4	2,341162E-4	2,341162E-4
λ_0			---	---	---
Δ_1			0,078390	0,078390	0,078390
Δ_1			---	---	---
Δ_2			0,000000E+0	0,000000E+0	0,000000E+0
Δ_2			---	---	---
β_1			134,864173	134,864173	134,864173
β_1			---	---	---
g_s			1,004224	1,004224	1,004224
g_s			---	---	---
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			0,000000	0,000000	0,000000
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			---	---	---
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			0,018914	0,018914	0,018914
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			---	---	---
Resistencias térmicas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Entre conductor y pantalla T_1		K.m/W	0,299224	0,299224	0,299224
Entre pantalla y armadura T_2		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
De la cubierta externa T_3		K.m/W	0,170664	0,170664	0,170664
Del espacio de aire en el interior de la tubular T'_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la tubular T''_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Del espacio de aire en el interior de la vaina T'_{4p}		K.m/W	0,268418	0,268418	0,268418
Propia de la vaina T''_{4p}		K.m/W	0,076296	0,076296	0,076296
Del espacio de aire en el interior de la carcasa T'_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la carcasa T''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de la carcasa T'''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de un cable o un conducto T'''		K.m/W	0,403287	0,403287	0,403287
Corrección para T4 Prisma hormigón		K.m/W	1,096080	1,096080	1,096080
○ Análisis de elementos finitos de El-Kady	L_G	mm	1.075,000	1.075,000	1.075,000
◉ IEC 60287	r_b	mm	357,281	357,281	357,281
	u		3,009	3,009	3,009
ΔT_4			0,832784	0,832784	0,832784
Resistencia térmica externa T_4		K.m/W	4,172867	4,172867	4,172867

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://www.coitim.es/validar-documento/ FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0001929

VISADO

Circuito 1: PFV NENUFAR

Pérdidas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
En el conductor W_C	W/m	13,73059	13,73059	13,73059
En el dieléctrico W_d	W/m	0,02765	0,02765	0,02765
En la pantalla W_S	W/m	0,25970	0,25970	0,25970
En la pantalla W_S	W/m	---	---	---
En la armadura W_a	W/m	0,00000	0,00000	0,00000
Pérdidas totales por efecto Joule W_I	W/m	13,99029	13,99029	13,99029
Totales W_T	W/m	14,01794	14,01794	14,01794
Totales Circuito W_T	W/m		42,05381	
Longitud de la ruta L	m		1.000	
Totales Circuito W_T	kW		42,054	

Inductancias y Reactancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Capacidad del cable C	µF/km	0,378852	0,378852	0,378852
Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Inductancia del conductor L	mH/km	0,320302	0,320302	0,320302
Inductancia de la pantalla L_S	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Reactancia inductiva X_L	Ω/km	0,100626	0,100626	0,100626
Reactancia de la pantalla X_S	Ω/km	0,053796	0,053796	0,053796
Reactancia capacitiva X_C	Ω/km	8,41341E+3	8,41341E+3	8,41341E+3

Caída de tensión		Cable 1	Cable 2	Cable 3
cos φ		0,9	0,9	0,9
Caída de tensión V_d	V/km	86,09	86,09	86,09
Longitud de la ruta L	m	1.000	1.000	1.000
Caída de tensión V_d	V	86,09	86,09	86,09

Impedancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Impedancia de la pantalla Z_S	Ω/km	1,510301 + j 0,053796	1,510301 + j 0,053796	1,510301 + j 0,053796
Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$	Ω/km	1,511259	1,511259	1,511259
Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$	Ω/km	29,10	29,10	29,10
Impedancia directa Z_+	Ω/km	0,101182 + j 0,100626	0,101182 + j 0,100626	0,101182 + j 0,100626
Impedancia inversa Z_-	Ω/km	0,101182 - j 0,100626	0,101182 - j 0,100626	0,101182 - j 0,100626
Impedancia de fase del cable | Z |	Ω/km	0,142700	0,142700	0,142700
Admitancia Y	S/km	4,968833 + j -4,941514	4,968833 + j -4,941514	4,968833 + j -4,941514
Admitancia | Y |	S/km	7,007700	7,007700	7,007700
Conductancia G	S/km	4,968833	4,968833	4,968833
Susceptancia B	S/km	-4,941514	-4,941514	-4,941514
Susceptancia capacitiva B	µS/km	-118,858	-118,858	-118,858

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.colegiotim.es/validacion
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 32229

Circuito 1: PFV NENUFAR

Secuencia Homopolar		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia homopolar X_0	Ω/km	0,046830	0,046830	0,046830
Resistencia homopolar R_0 @ 20ºC	Ω/km	1,199742	1,199742	1,199742
Resistencia homopolar R_0 @ 25ºC	Ω/km	1,223317	1,223317	1,223317
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,20066	1,20066	1,20066
Admitancia Y	S/km	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325
Admitancia | Y |	S/km	0,83288	0,83288	0,83288
Conductancia G	S/km	0,83224	0,83224	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03249	-0,03249	-0,03249
Impedancia homopolar Z_0 @ 25ºC	Ω/km	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468
Impedancia homopolar | Z_0 | @ 25ºC	Ω/km	1,22421	1,22421	1,22421
Admitancia Y	S/km	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312
Admitancia | Y |	S/km	0,81685	0,81685	0,81685
Conductancia G	S/km	0,81625	0,81625	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03125	-0,03125	-0,03125

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org

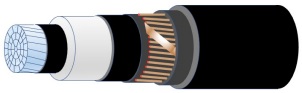
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00999

VISADO

Circuito 2: PFV BETULA

Características de la conexión

Cable			RHZ1-2OL 12/20kV 1x400 K Al + H16 Cu
Frecuencia f		Hz	50
U_o		kV	7,621
U		kV	13,2
U_m		kV	24
U_P		kV	125
cos φ			0,9
Factor de carga	● cable corriente alterna ○ cable corriente continua	%	100
Longitud de la ruta		m	1.000
Conexión de pantallas	Directamente a tierra en los dos extremos -Solidly bonded- Espaciado constante		



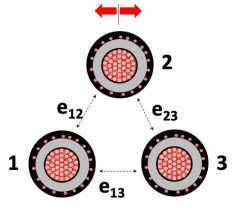
Características de la instalación

Nº Circuitos			2
Disposición de los cables			Tresbolillo vértice hacia arriba
Tipo de cable			Cables idénticos e igualmente cargados
Terreno			No existe desecación del suelo
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25
Resistividad térmica del terreno ρ_T / Resistividad térmica entre zanjas ρ_{T1}		K.m/W	1,5 / 1,5

Condiciones de instalación			Bloque de conductos
Profundidad Zanja P		mm	1.400,00
Ancho Zanja W		mm	650,00

			Vaina		Tubular
Material			PE		Sin tubular
$Ø_{EXT}$		mm	250		
$Ø_{INT}$		mm	218		
Centro X		mm	160		
Centro Y		mm	1.235		
Nº de cables dentro			3		
Relleno Vaina	No				

Prisma hormigón			Sí
Profundidad P		mm	1.400,00
Profundidad L_G		mm	1.075,00
Alto H		mm	650,00
Ancho W		mm	650,00
Resistividad térmica Prisma hormigón ρ_c		K.m/W	0,85
Nº de cables en el bloque			6

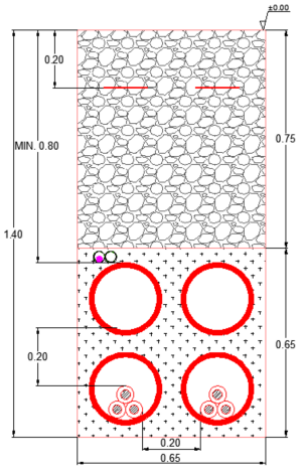


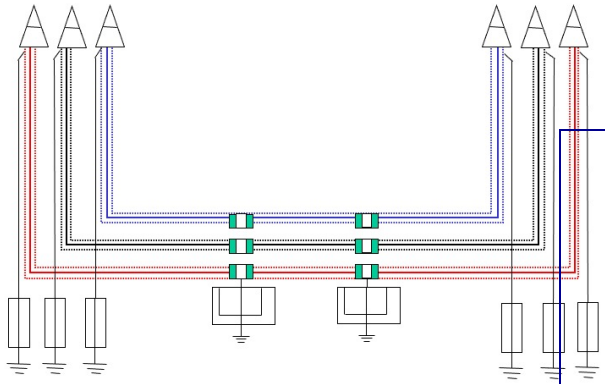
	e12	mm	0,00	Cable 1 X	mm	137.40
	e23	mm	0,00	Cable 2 X	mm	160.00
	e13	mm	0,00	Cable 3 X	mm	182.60
	S12	mm	45,20	Cable 1 Y	mm	1341.63
	S23	mm	45,20	Cable 2 Y	mm	1302.49
	S13	mm	45,20	Cable 3 Y	mm	1341.63
	GMD	mm	45,20	Centro X	mm	160.0
Transposición	Cables sin transposición a)			Centro Y	mm	1328.58

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en 0021920 FRANCISCO JOSE UNA HEREDIA Colegiado nº

Circuito 2: PFV BETULA

Esquema de la instalación





Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

			Gran vaina / Carcasa	Vaina	Tubular
Constante U			---	1,87	---
Constante V			---	0,312	---
Constante Y			---	0,0037	---
Resistividad térmica		K.m/W	---	3,5	---
Temperaturas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Maxima temperatura de servicio		ºC	90	90	90
Temperatura del conductor θ_c		ºC	90,0	90,0	90,0
Temperatura pantalla θ_{sc}		ºC	85,9	85,9	85,9
Temperatura pantalla θ_{sc}	Parte 2	ºC	---	---	---
Temperatura de la superficie del cable θ_o		ºC	83,5	83,5	83,5
Temperatura media en el conducto / tubular θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura media en la vaina θ_m		ºC	81,6	81,6	81,6
Temperatura media en la gran vaina / carcasa θ_m		ºC	---	---	---
Temperatura del terreno θ_a		ºC	25,0	25,0	25,0
Temperatura crítica θ_X		ºC	---	---	---
Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$		ºC	0,00	0,00	0,00
Intensidad admisible			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Considerar las pérdidas dieléctricas?			Sí	Sí	Sí
Intensidad admisible I		A	**368,38**	**368,38**	**368,38**
Potencia admisible P		MVA	**8,42**	**8,42**	**8,42**
Potencia admisible P		MW	**7,58**	**7,58**	**7,58**
Resistencia del conductor en ca			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_0		Ω/m	7,780000E-5	7,780000E-5	7,780000E-5
Resistencia en cc @ θ_c R'		Ω/m	9,974738E-5	9,974738E-5	9,974738E-5
Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular k_s			1	1	1
X_S			1,122417	1,122417	1,122417
Factor de efecto pelicular γ_S			0,008212	0,008212	0,008212
Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad k_p			0,8	0,8	0,8
X_P			1,003920	1,003920	1,003920
Factor de efecto proximidad γ_P			0,006171	0,006171	0,006171
Resistencia del conductor en ca @ θ_cºC R		Ω/m	1,011820E-4	1,011820E-4	1,011820E-4
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E-3	1,199664E-3	1,199664E-3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}	Parte 2	Ω/m	---	---	---

Circuito 2: PFV BETULA

Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,510301E-3	1,510301E-3	1,510301E-3
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	---	---	---
Resistencia de la pantalla			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Resistencia cc @ 20ºC R_{SO}		Ω/m	1,199664E+0	1,199664E+0	1,199664E+0
Resistencia de la pantalla @ θ_{SC} R_S		Ω/m	1,510301E-3	1,510301E-3	1,510301E-3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Factor de pérdidas en la armadura λ_2		Ω/m	0,000000	0,000000	0,000000
Factor de pérdidas en la pantalla λ_1			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia de la pantalla X		Ω/m	5,379580E-5	5,379580E-5	5,379580E-5
Reactancia de la pantalla X_1		Ω/m	---	---	---
Reactancia mutua X_m		Ω/m	---	---	---
Variable P			---	---	---
Variable Q			---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			0,018914	0,018914	0,018914
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1		Parte 1	---	---	---
Debidas a las corrientes de circulación λ'_1			---	---	---
Factor F			0,998733	0,998733	0,998733
m			0,020801	0,020801	0,020801
m			---	---	---
λ_0			2,341162E-4	2,341162E-4	2,341162E-4
λ_0			---	---	---
Δ_1			0,078390	0,078390	0,078390
Δ_1			---	---	---
Δ_2			0,000000E+0	0,000000E+0	0,000000E+0
Δ_2			---	---	---
β_1			134,864173	134,864173	134,864173
β_1			---	---	---
g_s			1,004224	1,004224	1,004224
g_s			---	---	---
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			0,000000	0,000000	0,000000
Debidas a las corrientes de Foucault λ''_1			---	---	---
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			0,018914	0,018914	0,018914
Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$			---	---	---
Resistencias térmicas			Cable 1	Cable 2	Cable 3
Entre conductor y pantalla T_1		K.m/W	0,299224	0,299224	0,299224
Entre pantalla y armadura T_2		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
De la cubierta externa T_3		K.m/W	0,170664	0,170664	0,170664
Del espacio de aire en el interior de la tubular T'_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la tubular T''_{4d}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Del espacio de aire en el interior de la vaina T'_{4p}		K.m/W	0,268418	0,268418	0,268418
Propia de la vaina T''_{4p}		K.m/W	0,076296	0,076296	0,076296
Del espacio de aire en el interior de la carcasa T'_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Propia de la carcasa T''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de la carcasa T'''_{4c}		K.m/W	0,000000	0,000000	0,000000
Externa de un cable o un conducto T'''		K.m/W	0,403287	0,403287	0,403287
Corrección para T4 Prisma hormigón		K.m/W	1,096080	1,096080	1,096080
○ Análisis de elementos finitos de El-Kady	L_G	mm	1.075,000	1.075,000	1.075,000
◉ IEC 60287	r_b	mm	357,281	357,281	357,281
	u		3,009	3,009	3,009
ΔT_4			0,832784	0,832784	0,832784
Resistencia térmica externa T_4		K.m/W	4,172867	4,172867	4,172867

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº 0001929

VISADO

Circuito 2: PFV BETULA

Pérdidas		Cable 1	Cable 2	Cable 3
En el conductor W_C	W/m	13,73059	13,73059	13,73059
En el dieléctrico W_d	W/m	0,02765	0,02765	0,02765
En la pantalla W_S	W/m	0,25970	0,25970	0,25970
En la pantalla W_S	W/m	---	---	---
En la armadura W_a	W/m	0,00000	0,00000	0,00000
Pérdidas totales por efecto Joule W_I	W/m	13,99029	13,99029	13,99029
Totales W_T	W/m	14,01794	14,01794	14,01794
Totales Circuito W_T	W/m		42,05381	
Longitud de la ruta L	m		1.000	
Totales Circuito W_T	kW		42,054	

Inductancias y Reactancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Capacidad del cable C	µF/km	0,378852	0,378852	0,378852
Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Inductancia del conductor L	mH/km	0,320302	0,320302	0,320302
Inductancia de la pantalla L_S	mH/km	0,171237	0,171237	0,171237
Reactancia inductiva X_L	Ω/km	0,100626	0,100626	0,100626
Reactancia de la pantalla X_S	Ω/km	0,053796	0,053796	0,053796
Reactancia capacitiva X_C	Ω/km	8,41341E+3	8,41341E+3	8,41341E+3

Caída de tensión		Cable 1	Cable 2	Cable 3
cos φ		0,9	0,9	0,9
Caída de tensión V_d	V/km	86,09	86,09	86,09
Longitud de la ruta L	m	1.000	1.000	1.000
Caída de tensión V_d	V	86,09	86,09	86,09

Impedancias		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Impedancia de la pantalla Z_S	Ω/km	1,510301 + j 0,053796	1,510301 + j 0,053796	1,510301 + j 0,053796
Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$	Ω/km	1,511259	1,511259	1,511259
Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$	Ω/km	29,10	29,10	29,10
Impedancia directa Z_+	Ω/km	0,101182 + j 0,100626	0,101182 + j 0,100626	0,101182 + j 0,100626
Impedancia inversa Z_-	Ω/km	0,101182 - j 0,100626	0,101182 - j 0,100626	0,101182 - j 0,100626
Impedancia de fase del cable | Z |	Ω/km	0,142700	0,142700	0,142700
Admitancia Y	S/km	4,968833 + j -4,941514	4,968833 + j -4,941514	4,968833 + j -4,941514
Admitancia | Y |	S/km	7,007700	7,007700	7,007700
Conductancia G	S/km	4,968833	4,968833	4,968833
Susceptancia B	S/km	-4,941514	-4,941514	-4,941514
Susceptancia capacitiva B	µS/km	-118,858	-118,858	-118,858

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org/cvds
FRANCISCO JOSE LUNA HERRERA Colegiado nº 9229

Circuito 2: PFV BETULA

Secuencia Homopolar		Cable 1	Cable 2	Cable 3
Reactancia homopolar X_0	Ω/km	0,046830	0,046830	0,046830
Resistencia homopolar R_0 @ 20ºC	Ω/km	1,199742	1,199742	1,199742
Resistencia homopolar R_0 @ 25ºC	Ω/km	1,223317	1,223317	1,223317
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468	1,1997 + j 0,0468
Impedancia homopolar Z_0 @ 20ºC	Ω/km	1,20066	1,20066	1,20066
Admitancia Y	S/km	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325	0,8322 + j -0,0325
Admitancia | Y |	S/km	0,83288	0,83288	0,83288
Conductancia G	S/km	0,83224	0,83224	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03249	-0,03249	-0,03249
Impedancia homopolar Z_0 @ 25ºC	Ω/km	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468	1,2233 + j 0,0468
Impedancia homopolar | Z_0 | @ 25ºC	Ω/km	1,22421	1,22421	1,22421
Admitancia Y	S/km	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312	0,8163 + j -0,0312
Admitancia | Y |	S/km	0,81685	0,81685	0,81685
Conductancia G	S/km	0,81625	0,81625	0,81625
Susceptancia B	S/km	-0,03125	-0,03125	-0,03125

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00019282
VISADO

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

ANEJO Nº2: CÁLCULOS ELECTROMAGNÉTICOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CONTENIDO

1 CÁLCULO DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO 4
1.1 NORMATIVA VIGENTE 4
1.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS 4
1.3 DETERMINACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO 5
1.4 REPORTE CÁLCULOS SUBTERRÁNEOS 7

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

1 CÁLCULO DE CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

El objeto del presente punto es la verificación del cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a las emisiones de campos magnéticos emitidos por las instalaciones del proyecto, de acuerdo con el R.D. 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.

El documento comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la línea pueden alcanzarse en su entorno, y presenta una evaluación comparativa con los límites de la normativa.

1.1 NORMATIVA VIGENTE

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el "Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión" (RAT). Este reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo el R.D. 1066/2001.

El R.D. 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 frente a las emisiones radioeléctricas", adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100 μT).

1.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad, siendo éstos los conductores de la línea eléctrica.

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} \ (T)$$

Donde:

- I =corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).
- r = distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001989
VISADO

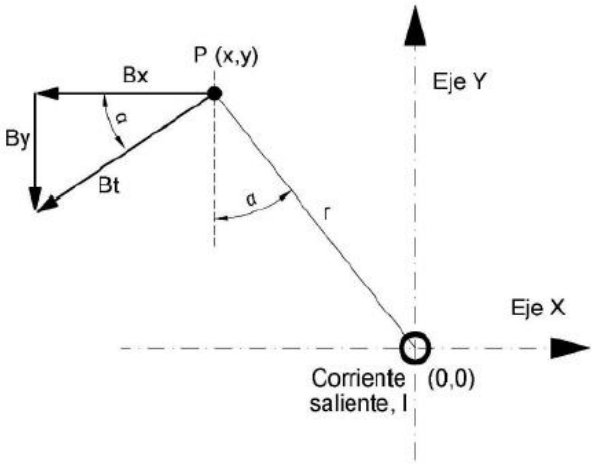


Ilustración 1.

La simulación del campo magnético se realiza con el máximo estado de carga posible. Por tanto, los valores calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de las instalaciones.

1.3 DETERMINACIÓN DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

1.3.1 TRAMO SUBTERRÁNEO

Para el tramo subterráneo, la configuración resultante:

El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

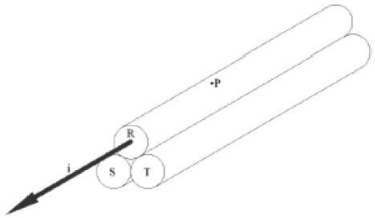


Ilustración 2. Esquema del campo magnético

$$B_P = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \cdot \frac{i_R}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

$$B_{P,S} = \mu \cdot \frac{i_S}{2 \cdot \pi \cdot d1}$$

$$B_{P,T} = \mu \cdot \frac{i_T}{2 \cdot \pi \cdot d2}$$

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Donde:

- i_R, i_S, i_T = Intensidades circulares por las fases R, S, T.

$$i_S = i_T = -i_R \cdot sin(30) = -\frac{i_R}{2}$$

- μ = Permeabilidad electromagnética del vacío ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ A^{-2})
- r,d= Distancias del conductor al punto de medida.

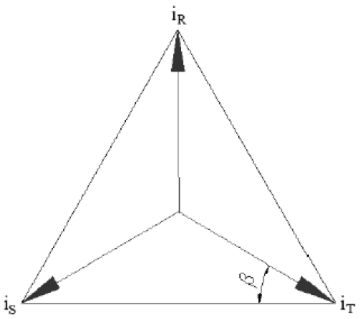


Ilustración 3.

En el caso de una línea eléctrica subterránea el punto de medida será la superficie de la zanja.

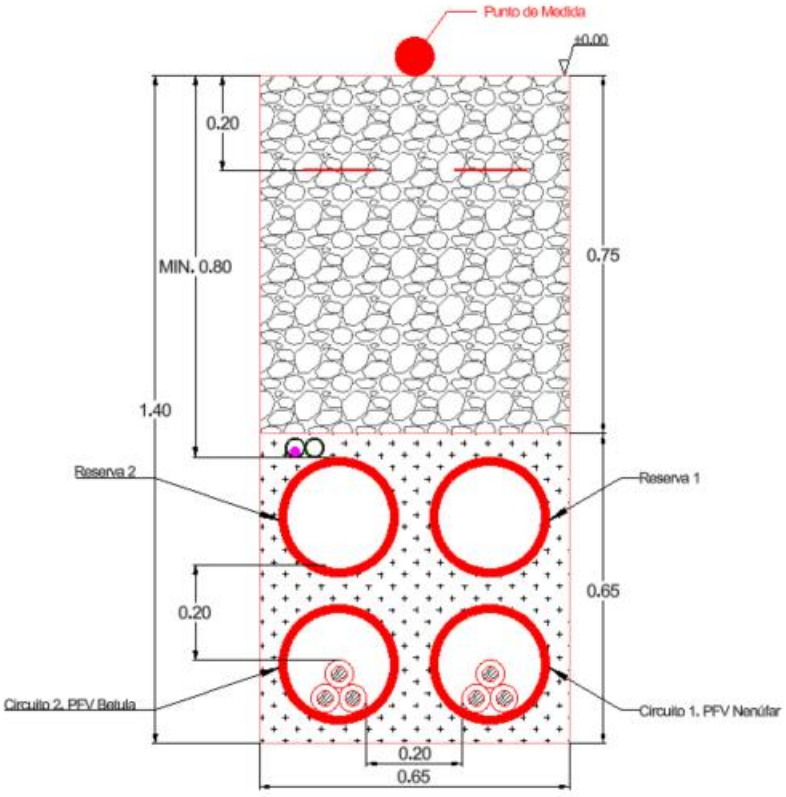


Ilustración 4. Punto de medida del campo electromagnético en la canalización

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Tabla 1. Resistencia del conductor en AC

Tipología del Tramo	Cable de potencia	I (A)	B (µT)
Doble Circuito	400 Al	279,05	3,35

Teniendo en cuenta datos, se obtienen los siguientes resultados:

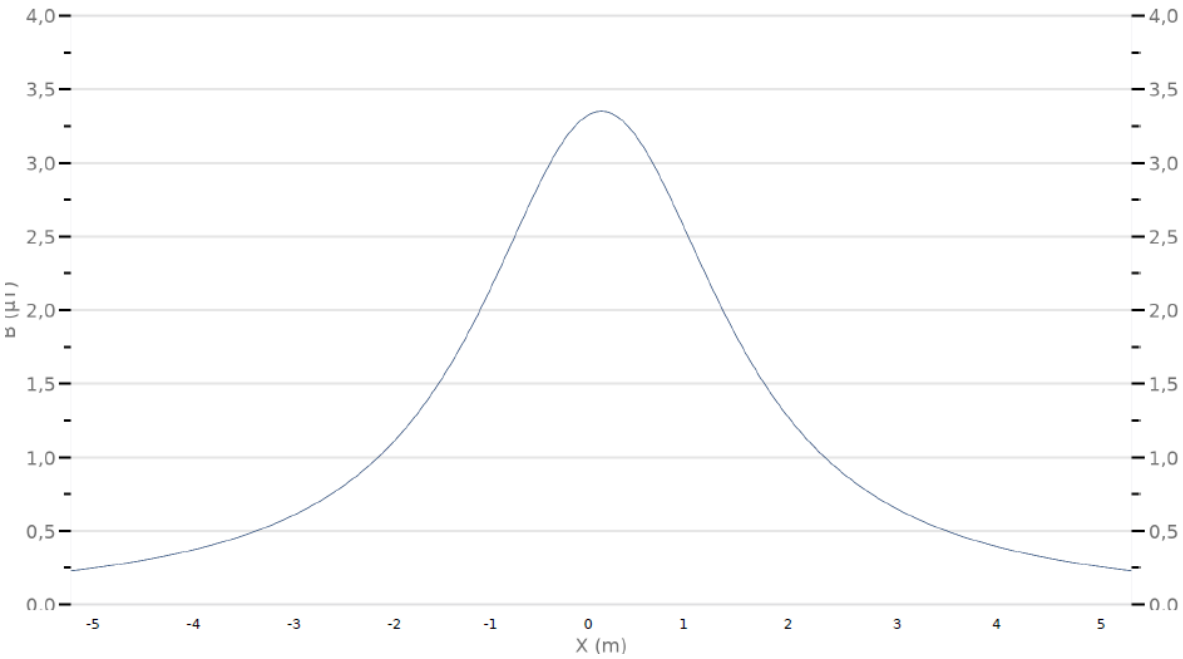


Ilustración 5. Resultados CEM subterráneo

Teniendo en cuenta que la intensidad a consumir en el proyecto es de 279,05 A por circuito, se obtiene un campo magnético en el tramo subterráneo de 3,35 µT.

1.4 REPORTE CÁLCULOS SUBTERRÁNEOS

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos electromagnéticos subterráneos obtenidos con el software InfiPro.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CAMPOS MAGNÉTICOS[1]

GENERAL

El cálculo de los campos electromagnéticos se puede simplificar para sistemas de cables sin materiales ferromagnéticos. La permeabilidad del vacío se considera 1,257x10^{-6} H/m, y la permeabilidad relativa se asume igual a 1,000 en el aire e igual a 1,000 en el terreno, y se asume que se cumplen las siguientes suposiciones:

1. Los cables son muy largos, rectos y paralelos y el campo se calcula lejos de los extremos.
2. La separación entre los cables es suficientemente grande para que se puedan despreciar los efectos de proximidad.
3. La influencia de otras fuentes de campos, externas al sistema en consideración, es despreciable o calculable.

La primera suposición, nos permite considerar el problema invariante a lo largo de la dirección paralela al eje de los cables y presenta un problema en dos dimensiones, restringido a un plano perpendicular al eje de los cables.

La segunda suposición, nos permite asumir que la corriente que circula por el conductor y cualquier corriente circulando por la pantalla tendrán una simetría axial y el campo que producen tendrá la misma simetría. Por otro lado, podemos usar el principio de superposición, es decir si un conductor solo en la posición P1 con una corriente total I1 (Iconductor + Ipantalla) da un campo H1 en el punto P, y un segundo conductor solo en la posición P2 con una intensidad I2 da un campo en el punto M, H2, el campo en ese punto P será H = H1 + H2.

En caso de una conexión single-point o cross-bonding con secciones idénticas, se asume que la corriente por la pantalla es cero. En conexiones solidly bonded (a tierra en todos los puntos) y cruzamientos de pantalla (cross-bonding) con secciones desiguales, es necesario calcularla.

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO PARA CABLES UNIPOLARES

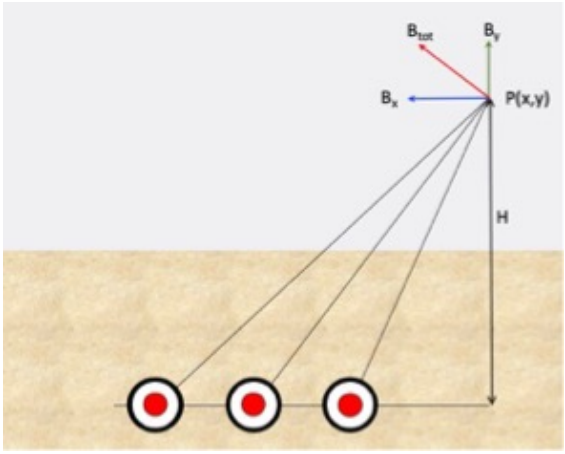
Según la ley de Biot-Savart, el campo creado por una corriente eléctrica rectilínea es:

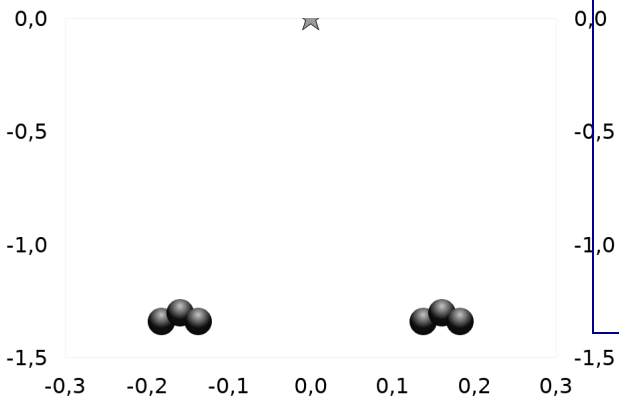
$$B_{rms} = \frac{I \cdot \mu_0 \cdot \mu_r}{4 \cdot \pi \cdot R} \cdot [\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2)]$$

Si consideramos los cables muy largos, o un punto alejado de los extremos, entonces, podemos asumir que θ_1=0º y θ_2=180º, con lo que tenemos:

$$B_{rms} = \frac{I \cdot \mu_0 \cdot \mu_r}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

Si consideramos "n" conductores, el campo magnético total en cualquier punto P, vendrá determinado por la superposición lineal de los campos magnéticos producidos por las corrientes circulantes en cada conductor individual.





En este cálculo se han considerado 3 puntos para realizar la medición (diferentes distancias en el eje y):

Punto 1 (m): x = 0,000 / y = 0,000. Correspondiente a una altura de 0,000m desde el nivel del suelo.

Punto 2 (m): x = 0,000 / y = 0,000. Correspondiente a una altura de 0,000m desde el nivel del suelo.

Punto 3 (m): x = 0,000 / y = 0,000. Correspondiente a una altura de 0,000m desde el nivel del suelo.

[1] Magnetic Field in High Voltage cable systems. Electra Cigré Technical Brochure n°104 - Joint Task Force 36.01/21 - June 1996.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

De la misma manera, se han considerado diferentes distancias en el eje x. De esta manera, podemos valorar cómo varía el campo magnético en función de la altura del suelo y de la separación en horizontal de la línea eléctrica.

Así, las componentes X e Y del campo magnético en cada punto P, serán:

$$B_x = \sum_{i=1}^{n} \frac{I_i \cdot \mu_0 \cdot \mu_r}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{y - y_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}\right] \cdot [\cos(\varphi_i) + j \cdot sen(\varphi_i)]$$

$$B_y = \sum_{i=1}^{n} \frac{I_i \cdot \mu_0 \cdot \mu_r}{2 \cdot \pi} \cdot \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}\right] \cdot [cos(\varphi_i) + j \cdot sen(\varphi_i)]$$

Y el modulo lo obtenemos con la siguiente exprexión:

$$B_{rms} = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

La intensidades que circulan por cada cable, se pueden suponer balanceadas, por ejemplo $I_A = I_{(0º)}$, $I_B = I_{(-120º)}$, $I_C = I_{(-240º)}$. Así obtendremos la intensidad de cada fase. En caso de 2 circuitos, las posibles configuraciones serían: ABC–ABC y ABC-CBA.

De esta manera, los parámetros a tener en cuenta en cada caso, son:

- la separación de los cables
- la profundidad de soterramiento
- la altura sobre el terreno
- la intensidad que circula por el conductor y por la pantalla

Los valores obtenidos mediante este cálculo para el campo magnético en cada uno de los 3 puntos de medida han sido de:

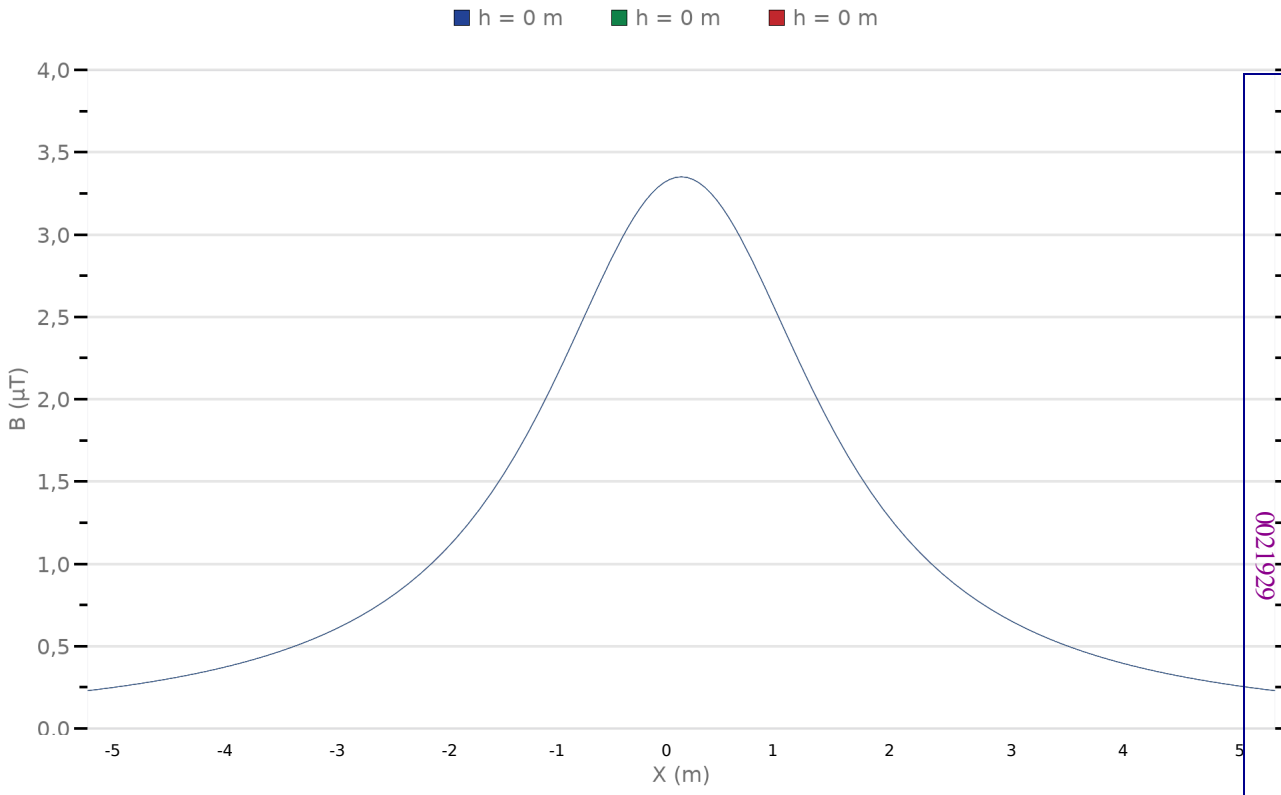
	h = 0,0 m	h = 0,0 m	h = 0,0 m
Punto de medida	(0,00 ; 0,00)	(0,00 ; 0,00)	(0,00 ; 0,00)
B (µT)	3,35	3,35	3,35

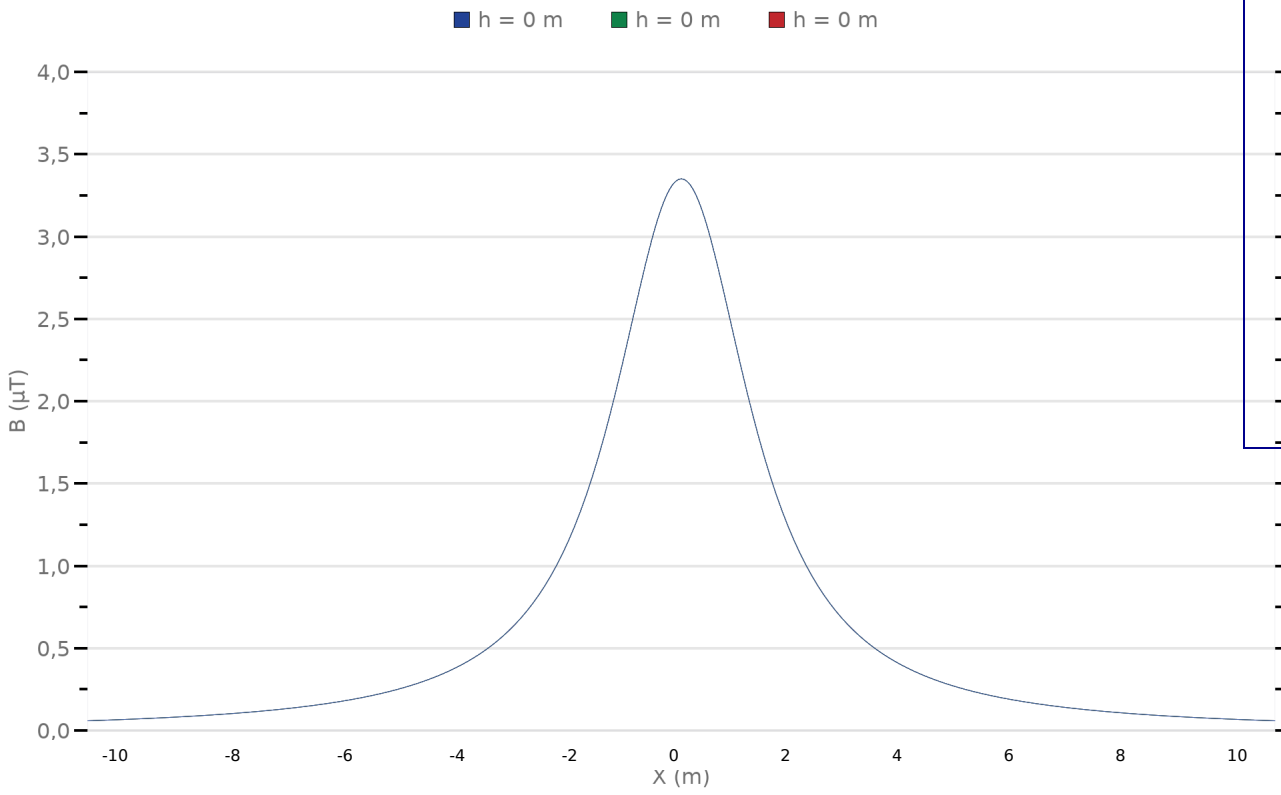
Y los valores máximos de la curva a lo largo del eje x han sido:

	h = 0,00 m x = 0,00 m	h = 0,00 m x = 0,00 m	h = 0,00 m x = 0,00 m
B_{max} (µT)	3,35	3,35	3,35

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

La Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP - 1998) recomienda un límite de exposición (24 horas). Para el público en general (zonas residenciales) a una frecuencia de 50 (60) Hz son 100 (83) µT para el campo magnético. Con respecto al entorno de trabajo, estas recomendaciones son 500 (417) µT





Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AEC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CIRCUITO: 1

La intensidades que circulan por cada cable, son: $I_{Cable\ 1} = I_{(0º)}$, $I_{Cable\ 2} = I_{(-120º)}$, $I_{Cable\ 3} = I_{(-240º)}$. Los valores necesarios para el cálculo vienen indicados en la siguiente tabla:

	Intensidad A	Angulo de fase º	Posición X m	Posición Y m
Cable 1	279,05	0	-0,1826	-1,3416
Cable 2	279,05	-120	-0,1600	-1,3025
Cable 3	279,05	-240	-0,1374	-1,3416

CIRCUITO: 2

La intensidades que circulan por cada cable, son: $I_{Cable\ 1} = I_{(0º)}$, $I_{Cable\ 2} = I_{(-120º)}$, $I_{Cable\ 3} = I_{(-240º)}$. Los valores necesarios para el cálculo vienen indicados en la siguiente tabla:

	Intensidad A	Angulo de fase º	Posición X m	Posición Y m
Cable 1	279,05	0	0,1374	-1,3416
Cable 2	279,05	-120	0,1600	-1,3025
Cable 3	279,05	-240	0,1826	-1,3416

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº2: PRESUPUESTO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CONTENIDO

1 PRESUPUESTOS PARCIALES DE LA LÍNEA 4
1.1 LSMT 13,2 KV CPM NENUFAR BETULA – SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA 4
1.2 TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 5
2 PRESUPUESTO TOTAL 5
3 PRESUPUESTO POR TÉRMINOS MUNICIPALES 6
3.1 TÉRMINO MUNICIPAL DE SIMANCAS 6
3.2 TÉRMINO MUNICIPAL DE ARROYO DE LA ENCOMIENDA 6

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 PRESUPUESTOS PARCIALES DE LA LÍNEA

En este apartado se muestra una tabla con el resumen de las partidas correspondientes al presupuesto de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda con una longitud aproximada de 2.433 metros.

1.1 LSMT 13,2 KV CPM NENUFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

1.1.1 EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

Tabla 1. Equipamiento eléctrico

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
Cable 12/20 KV RHZ1-2OL(S) 1X400 mm2 AL+H16	14.951,16	m	11,10 €	165.987,78 €
Arquetas	21	Ud	301,00 €	6.321,00 €
Conjunto Empalme Premoldeado 12/20 KV 1X400 AL+H16	4	Ud	558,53 €	2.234,11 €
Conjunto de autoválvulas de 20 KV 10 KA	2	Ud	502,00 €	1.004,00 €
Conjunto Botellas terminales 12/20 KV 1X400 AL+H16	4	Ud	486,85 €	1.947,41 €
Cajas PaT Tripolar Directa a tierra 20kV	4	Ud	2.053,56 €	8.214,24 €
Hitos de señalización	37	Ud	133,00 €	4.921,00 €
Accesorios, bajadas de cable, soportes, herrajes, piezas de conexión	1,00	PA	1.906,30 €	1.906,30 €
TOTAL				192.535,83 €

1.1.2 MONTAJE

Tabla 2. Montaje

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
Tendido Terna Cable 12/20 KV RH5Z1 1X400 mm2 AL+H16	4.963,32	m	14,08 €	69.883,55 €
Arquetas	21	Ud	301,00 €	6.321,00 €
Conjunto Empalme Premoldeado 12/20 KV 1X400 AL+H16	4	Ud	277,69 €	1.110,74 €
Conjunto de autoválvulas de 20 KV 10 KA	2	Ud	212,73 €	425,46 €
Conjunto Botellas terminales 12/20 KV 1X400 AL+H16	4	ud	284,00 €	1.135,99 €
Cajas PaT Tripolar Directa a tierra 20kV	4	Ud	12,50 €	50,00 €
Accesorios, bajadas de cable, soportes, herrajes, piezas de conexión	1	PA	789,27 €	789,27 €
TOTAL				79.716,00 €

1.1.3 OBRA CIVIL

Tabla 3. Obra Civil Tramo

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
Excavación	2.261,95	m3	264,08 €	597.336,28 €
Hormigonado	5,14	m3	296,22 €	1.522,49 €

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
Reposición de pavimento con 10 cm MBC AC16 surf D	419,02	m2	15,35 €	6.431,90 €
TOTAL				**605.290,67 €**

1.2 TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL

Tabla 4. Presupuesto de ejecución material

CONCEPTO	TOTAL
Equipamiento eléctrico	192.535,83 €
Montaje	79.716,00 €
Obra civil	605.290,67 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**877.542,50 €**
PRECIO POR KILÓMETRO	**360.683,31 €**

2 PRESUPUESTO TOTAL

Por último, se obtiene el presupuesto total estimado sumando los gastos generales y beneficio industrial del total de los tramos del proyecto.

Tabla 5. Resumen del presupuesto total

CONCEPTO	TOTAL
LSMT 13,2 KV CPM NENUFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA	**877.542,50 €**
Equipamiento eléctrico	192.535,83 €
Montaje	79.716,00 €
Obra civil	605.290,67 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	**877.542,50 €**
ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS	13.710 €
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	22.279,49 €
TOTAL PRESUPUESTO	**913.531,99 €**
Gastos generales (13%)	114.080,53 €
Beneficio industrial (6%)	52.652,55 €
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	**1.080.265,07 €**

El presupuesto total de la línea asciende a la cantidad de **UN MILLÓN OCHENTA MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON SIETE CÉNTIMOS (1.080.265,07 €).**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3 PRESUPUESTO POR TÉRMINOS MUNICIPALES

A continuación, se muestra los presupuestos por cada uno de los términos municipales afectados por la línea objeto del presente proyecto.

3.1 TÉRMINO MUNICIPAL DE SIMANCAS

Tabla 6. Presupuesto Ayuntamiento de Simancas

TRAMO	LONGITUD AFECTADA (km)	€/km	TOTAL
LSMT 13,2 kV CPM NENUFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA	1,70	360.683,31 €	611.358,22 €
TOTAL			**611.358,22 €**

3.2 TÉRMINO MUNICIPAL DE ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Tabla 7. Presupuesto Ayuntamiento de Arroyo de la Encomienda

TRAMO	LONGITUD AFECTADA (km)	€/km	TOTAL
LSMT 13,2 kV CPM NENUFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA	0,74	360.683,31 €	266.184,29 €
TOTAL			**266.184,29 €**

Madrid, julio de 2025
Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Francisco Luna Heredia
Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº3: PLANOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Versión del Documento

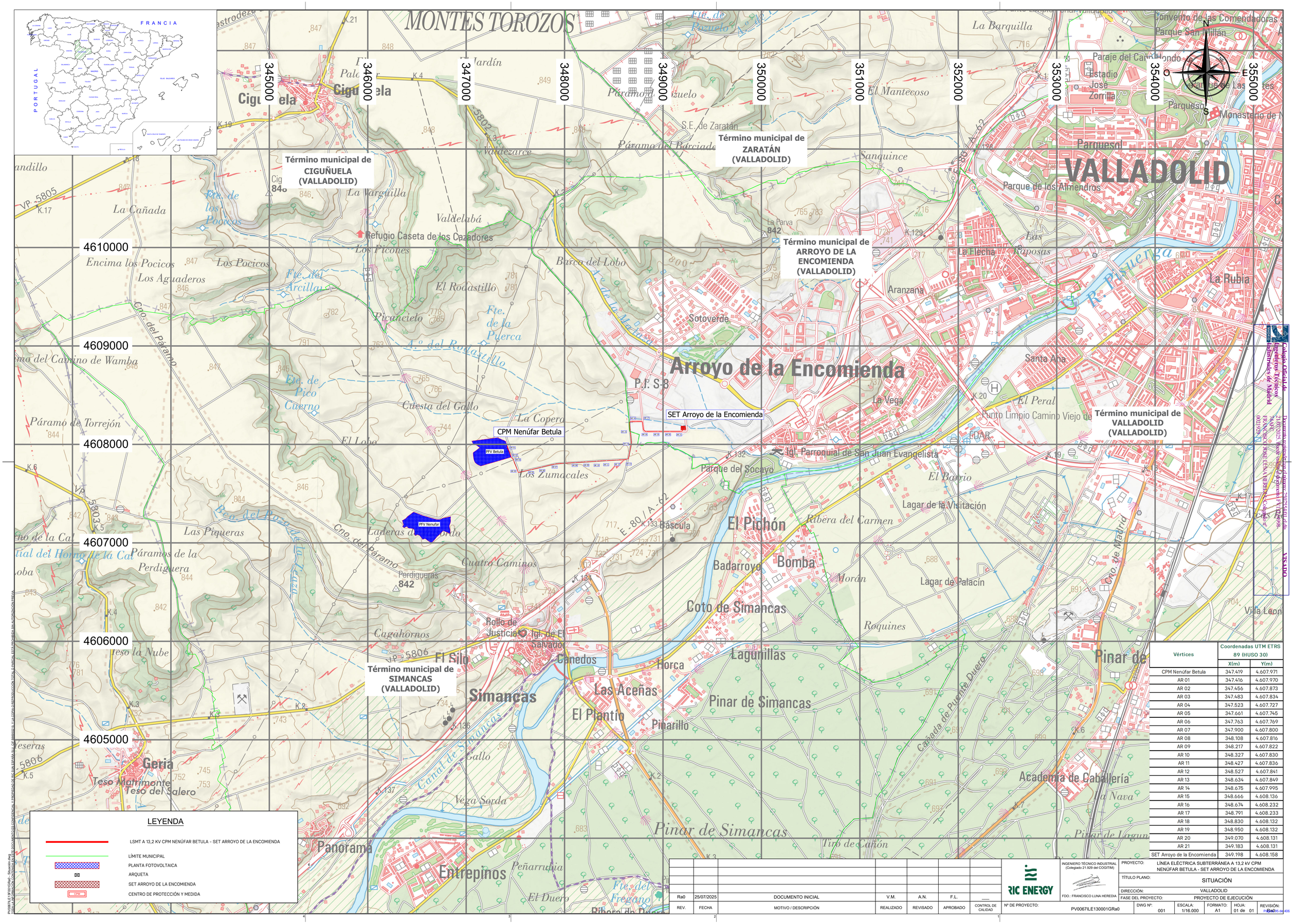
Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

ÍNDICE DE PLANOS

Plano	N.º de hojas	Descripción
PV0067ILE13F001GRa0	1	Situación
PV0067ILE13F002GRa0	3	Emplazamiento
PV0067ILE13F003CRa0	3	Catastral
PV0067ILE13F004DRa0	1	Detalle de Canalizaciones
PV0067ILE13F005GRa0	5	Arquetas
PV0067ILE13F006GRa0	1	Empalmes
PV0067ILE13F007GRa0	2	Detalles de cruzamientos
PV0067ILE13F008GRa0	1	Hitos de Señalización

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929



LEYENDA

- LSMT A 13,2 KV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
- LÍMITE MUNICIPAL
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- ARQUETA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Vértices	Coordenadas UTM ETRS 89 (HUSO 30)	
	X(m)	Y(m)
CPM Nenúfar Betula	347.419	4.607.971
AR 01	347.416	4.607.970
AR 02	347.456	4.607.873
AR 03	347.483	4.607.834
AR 04	347.523	4.607.727
AR 05	347.661	4.607.745
AR 06	347.763	4.607.769
AR 07	347.900	4.607.800
AR 08	348.108	4.607.816
AR 09	348.217	4.607.822
AR 10	348.327	4.607.830
AR 11	348.427	4.607.836
AR 12	348.527	4.607.841
AR 13	348.634	4.607.849
AR 14	348.675	4.607.995
AR 15	348.666	4.608.136
AR 16	348.674	4.608.232
AR 17	348.791	4.608.233
AR 18	348.830	4.608.132
AR 19	348.950	4.608.132
AR 20	349.070	4.608.131
AR 21	349.183	4.608.131
SET Arroyo de la Encomienda	349.198	4.608.158

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

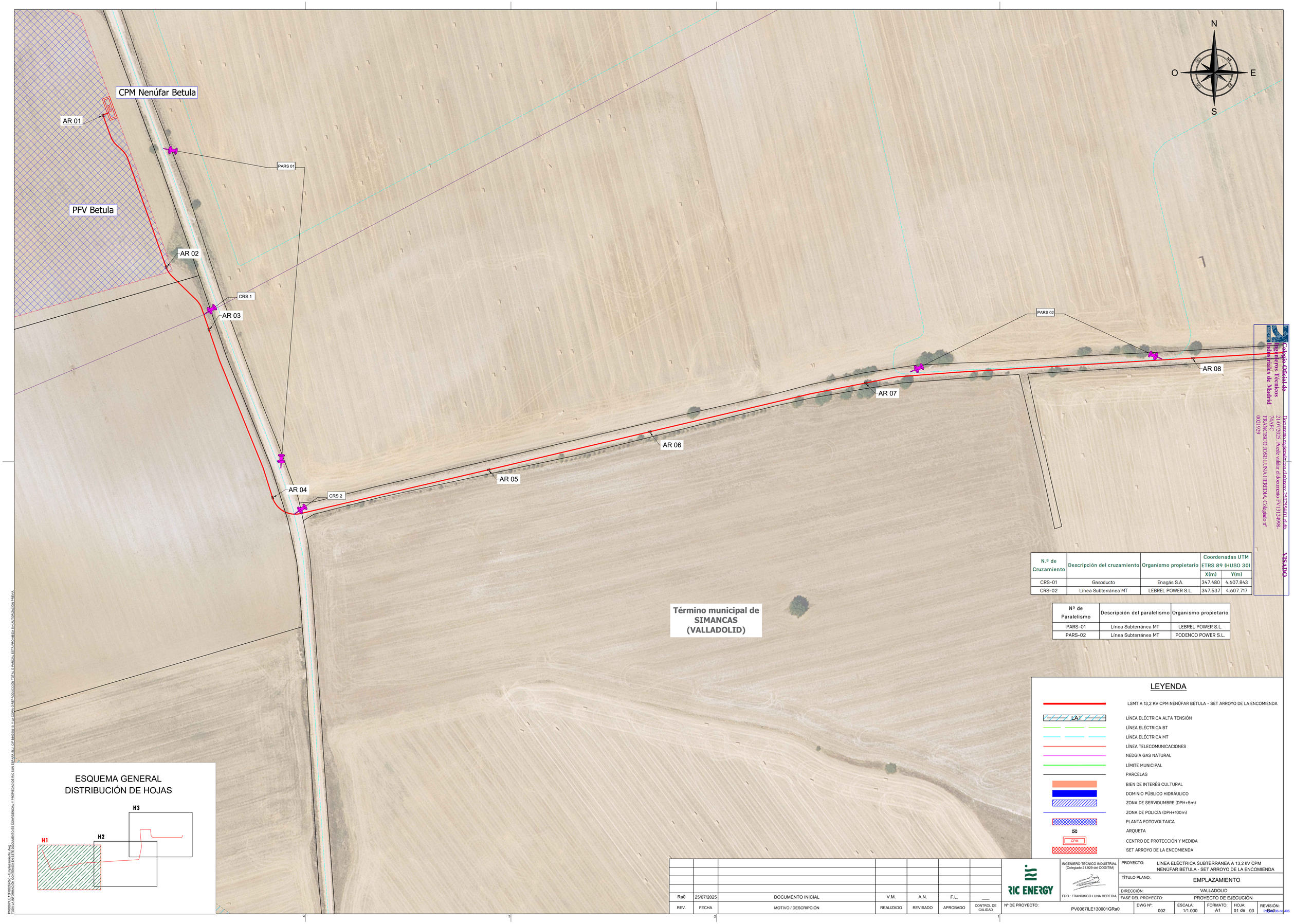
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	SITUACIÓN
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	001	1/16.000	A1	01 de 01	Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento visado electrónicamente 21/07/2025 Nº 00021029 FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA Colegiado nº
VISADO
PV0067ILE130001GRa0 - Situación.dwg
ESTA COPIA ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DE RIC ENERGY Y NO PUEDE SER REPRODUCIDA, UTILIZADA O DIVULGADA SIN SU AUTORIZACIÓN PREVIA



N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Coordenadas UTM ETRS 89 (HUSO 30)	
			X(m)	Y(m)
CRS-01	Gasoducto	Enagás S.A.	347.480	4.607.843
CRS-02	Línea Subterránea MT	LEBREL POWER S.L.	347.537	4.607.717

Nº de Paralelismo	Descripción del paralelismo	Organismo propietario
PARS-01	Línea Subterránea MT	LEBREL POWER S.L.
PARS-02	Línea Subterránea MT	PODENCO POWER S.L.

LEYENDA

- LSMT A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
- LAT — LÍNEA ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN
- LÍNEA ELÉCTRICA BT
- LÍNEA ELÉCTRICA MT
- LÍNEA TELECOMUNICACIONES
- NEDGIA GAS NATURAL
- LÍMITE MUNICIPAL
- PARCELAS
- BIEN DE INTERÉS CULTURAL
- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
- ZONA DE SERVIDUMBRE (DPH+5m)
- ZONA DE POLICÍA (DPH+100m)
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- ARQUETA
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

ESQUEMA GENERAL DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	EMPLAZAMIENTO
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

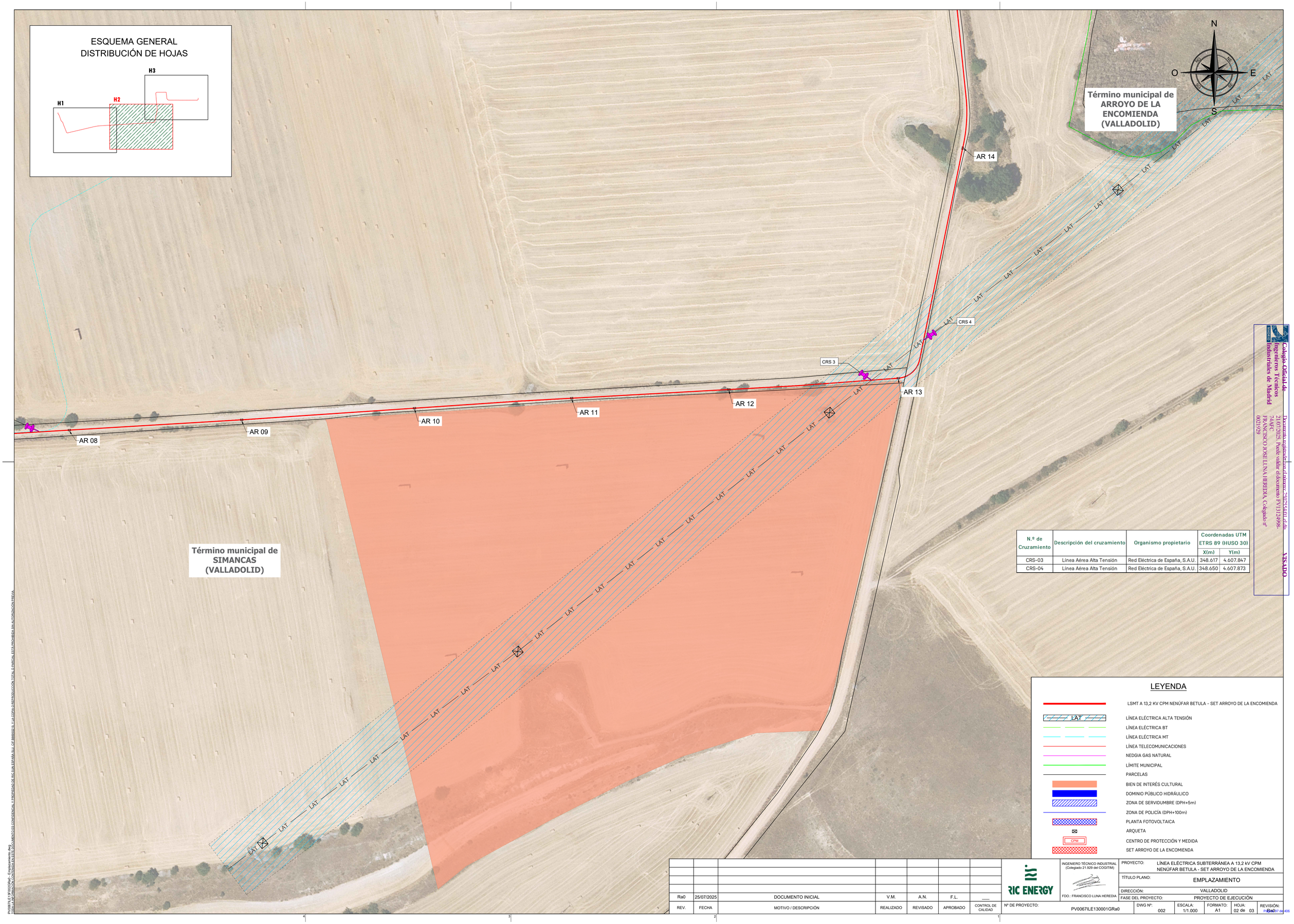
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	002	1/1.000	A1	01 de 03	Ra0

Página 1 de 406

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 250255410 en el Registro Telemático del COGITIM
21/07/2025. Puede validar el documento PV13129698 74AYC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA. Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE130001GRa0 - Emplazamiento.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ENERGÍA SLU (CIF B88982811) Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

ESQUEMA GENERAL
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Coordenadas UTM ETRS 89 (HUSO 30)	
			X(m)	Y(m)
CRS-03	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	348.617	4.607.847
CRS-04	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	348.650	4.607.873

LEYENDA

- LSMT A 13,2 KV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
- LÍNEA ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN
- LÍNEA ELÉCTRICA BT
- LÍNEA ELÉCTRICA MT
- LÍNEA TELECOMUNICACIONES
- NEDGIA GAS NATURAL
- LÍMITE MUNICIPAL
- PARCELAS
- BIEN DE INTERÉS CULTURAL
- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
- ZONA DE SERVIDUMBRE (DPH+5m)
- ZONA DE POLICÍA (DPH+100m)
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- ARQUETA
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	EMPLAZAMIENTO
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

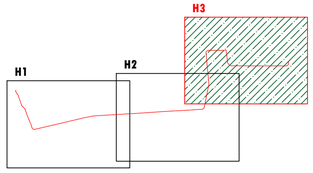
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	002	1:1.000	A1	02 de 03	Ra0

Página 107 de 406

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número "202525401.pdf.ifc"
21/07/2025. Puede validar el documento FV1312499R-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002029
VISADO

PV0067ILE130002GRa0 - Emplazamiento.dwg
COPIA O REPRODUCCIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO EN CUALQUIER FORMATO Y SOPORTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DE RIC ENERGIA SLU, DE CONFORMIDAD CON LA LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL, QUEDA PROHIBIDA

ESQUEMA GENERAL
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



N
O
E
S

SET Arroyo de la Encomienda

Término municipal de ARROYO DE LA ENCOMIENDA (VALLADOLID)

Término municipal de SIMANCAS (VALLADOLID)

N.º de Cruzamiento	Descripción del cruzamiento	Organismo propietario	Coordenadas UTM ETRS 89 (HUSO 30)	
			X(m)	Y(m)
CRS-04	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	348.650	4.607.873
CRS-05	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	348.784	4.608.233
CRS-06	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	348.785	4.608.233
CRS-07	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	348.785	4.608.233
CRS-08	Gasoducto	Nedgia, S.A.	348.797	4.608.180
CRS-09	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	348.807	4.608.143
CRS-10	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	348.807	4.608.142
CRS-11	Gasoducto	Nedgia, S.A.	348.849	4.608.132
CRS-12	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	348.889	4.608.132
CRS-13	Gasoducto	Nedgia, S.A.	348.900	4.608.132
CRS-14	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.	348.955	4.608.132
CRS-15	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.	348.957	4.608.132
CRS-16	Línea Aérea Alta Tensión	Red Eléctrica de España, S.A.U.	348.988	4.608.132
CRS-17	Gasoducto	Nedgia, S.A.	348.997	4.608.131
CRS-18	Gasoducto	Nedgia, S.A.	349.054	4.608.131
CRS-19	Gasoducto	Nedgia, S.A.	349.110	4.608.131
CRS-20	Gasoducto	Nedgia, S.A.	349.194	4.608.136

Nº de Paralelismo	Descripción del paralelismo	Organismo propietario
PARS-03	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
PARS-04	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.
PARS-05	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
PARS-06	Gasoducto	Nedgia, S.A.
PARS-07	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
PARS-08	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.
PARS-09	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
PARS-10	Línea Subterránea MT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
PARS-11	Línea de Telecomunicaciones	Telefónica de España, S.A.
PARS-12	Línea Subterránea BT	I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
PARS-13	Gasoducto	Nedgia, S.A.
PARS-14	Arroyo	Confederación Hidrográfica del Duero

LEYENDA

- LSMT A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
- LÍNEA ELÉCTRICA ALTA TENSIÓN
- LÍNEA ELÉCTRICA BT
- LÍNEA ELÉCTRICA MT
- LÍNEA TELECOMUNICACIONES
- NEDGIA GAS NATURAL
- LÍMITE MUNICIPAL
- PARCELAS
- BIEN DE INTERÉS CULTURAL
- DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
- ZONA DE SERVIDUMBRE (DPH+5m)
- ZONA DE POLICÍA (DPH+100m)
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- ARQUETA
- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	EMPLAZAMIENTO
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	002	1/1.000	A1	03 de 03	Ra0

Página 3 de 406

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con nº 250725.1101.pdf.lib
21/07/2025. Para validez del documento FVT13234696.
74AFC
FRANCISCO JOSÉ LUNA HEREDIA. Colegiado nº 002198

VISADO

PV0067ILE130002GRa0 - Emplazamiento.dwg
COPIA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC ENERGY ESPAÑA SLU (Nº 8888888) Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

CPM Nenúfar Betula

AR 01

1
5 | 10

PFV Betula

AR 02

AR 03

2
5 | 9

3
4 | 9002

AR 04

AR 05

4
4 | 9003

AR 06

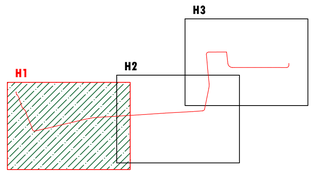
AR 07

4
4 | 9003

AR 08

N
O
E
S

ESQUEMA GENERAL
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

- PLENO DOMINIO CÁMARA EMPALME/ARQUETA
- SUPERFICIE SERVIDUMBRE / CANALIZACIÓN
- SERV. OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA (CÁMARA DE EMPALME)
- SERV. OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA (CANALIZACIÓN)
- LONGITUD DE TENDIDO
- PARCELAS
- LÍMITE MUNICIPAL
- FINCA POLIGONO — FINCA SEGÚN PROYECTO
- ARQUETA
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	CATASTRAL
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	003	1/1.000	A1	01 de 03	Ra0

Documento registrado con el nº 2307254101 en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
21/07/2025. Puede validar el documento FV1312499S en https://sede.electronica.madrid.org/cotim
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 74AFC
0021929
VISADO

PV0067ILE130001GRa0 - Catastral.dwg
COPIA LA REPRODUCCIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC ENERGY ESPAÑA SLU. Nº 8888/2019. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

ESQUEMA GENERAL
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

- PLENO DOMINIO CÁMARA EMPALME/ARQUETA
- SUPERFICIE SERVIDUMBRE / CANALIZACIÓN
- SERV. OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA (CÁMARA DE EMPALME)
- SERV. OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA (CANALIZACIÓN)
- LONGITUD DE TENDIDO
- PARCELAS
- LÍMITE MUNICIPAL
- FINCA SEGÚN PROYECTO (FINCA POL PARC)
- ARQUETA
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

PV0067ILE130052Ra0 - Catastral.dwg
COPIA LA REPRODUCCIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE IBC SUN ESPAÑA SLU. OF 3888/2019, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO: LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM
NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

TÍTULO PLANO: CATASTRAL

DIRECCIÓN: VALLADOLID

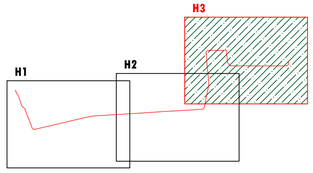
FASE DEL PROYECTO: PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO: PV0067ILE130001GRa0

DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
003	1/1.000	A1	02 de 03	Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número "202554101.pdf.ifc"
21/07/2025. Puede validar el documento FV/1324998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

ESQUEMA GENERAL
DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



N
O
E
S

8
N/A | N/A

6
8 | 9002

7
8 | 5

9
N/A | N/A

10
N/A | N/A

5
4 | 9004

AR 14
AR 15
AR 16
AR 17
AR 18
AR 19
AR 20
AR 21

SET Arroyo de la Encomienda

LEYENDA

- PLENO DOMINIO CÁMARA EMPALME/ARQUETA
- SUPERFICIE SERVIDUMBRE / CANALIZACIÓN
- SERV. OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA (CÁMARA DE EMPALME)
- SERV. OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA (CANALIZACIÓN)
- LONGITUD DE TENDIDO
- PARCELAS
- LÍMITE MUNICIPAL
- FINCA SEGÚN PROYECTO (FINCA POL/PARC)
- ARQUETA
- PLANTA FOTOVOLTAICA
- CPM — CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

PV0067ILE130052a0 - Catastral.dwg
COPIA LA NF OBRACION CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC ENERGY ESPAÑA SLU. CIF B88599213. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con visado: 2507554
21/07/2025. Puede validar el documento PV13G74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA. Colegiado nº 002/029
sede.cogitim.es/visado

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

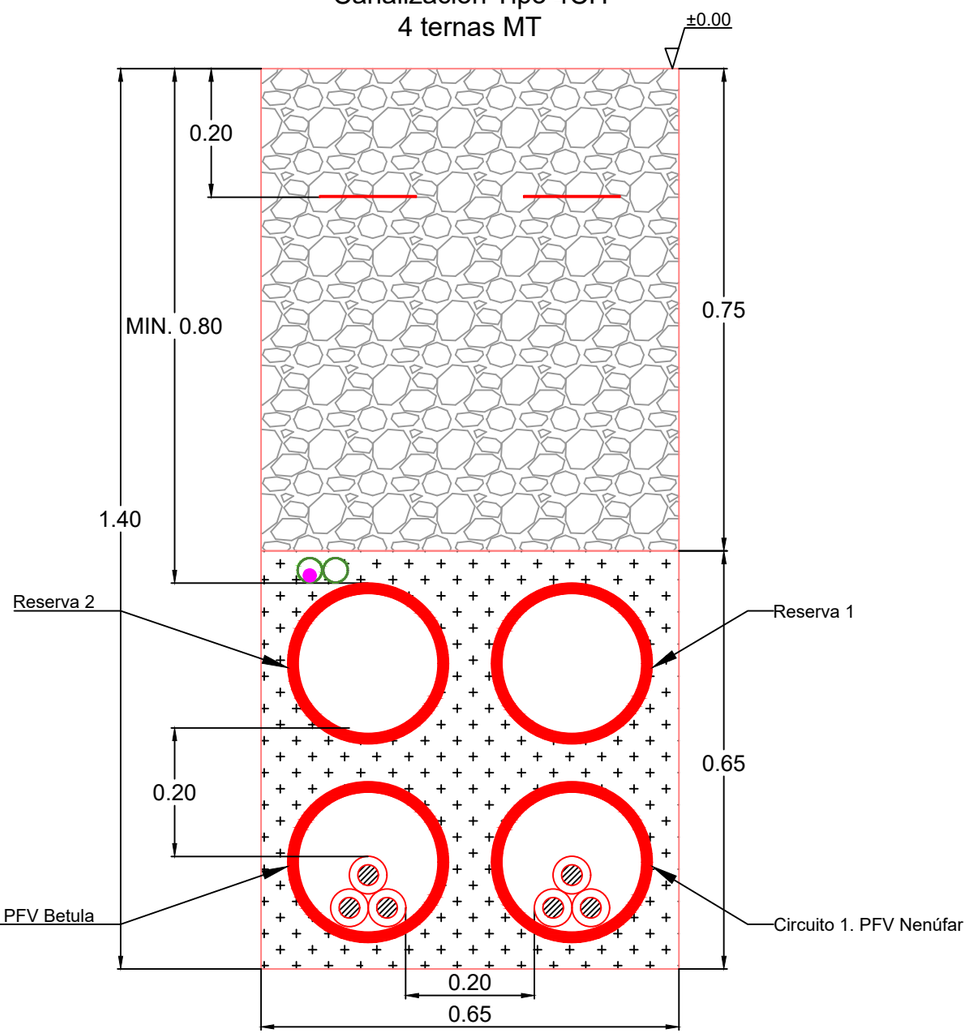
RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

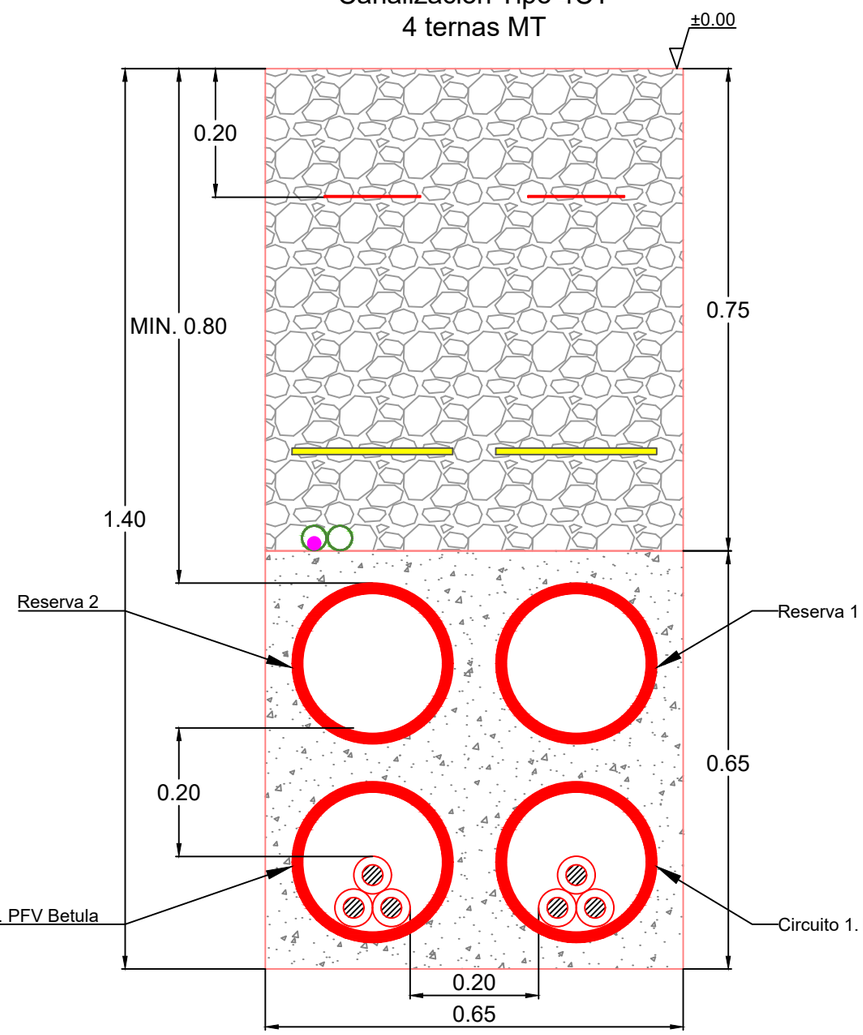
PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	CATASTRAL
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	003	1/1.000	A1	03 de 03	Ra0

Canalización Tipo 4CH
4 ternas MT



Canalización Tipo 4CT
4 ternas MT



LEYENDA

- Tubo PE 40
- Tubo PE 250
- Cinta de señalización
- Placa de protección mecánica
- Cables MT (3fases)
- Tierra compactada
- Arena
- Hormigón H15
- Cable de comunicación

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

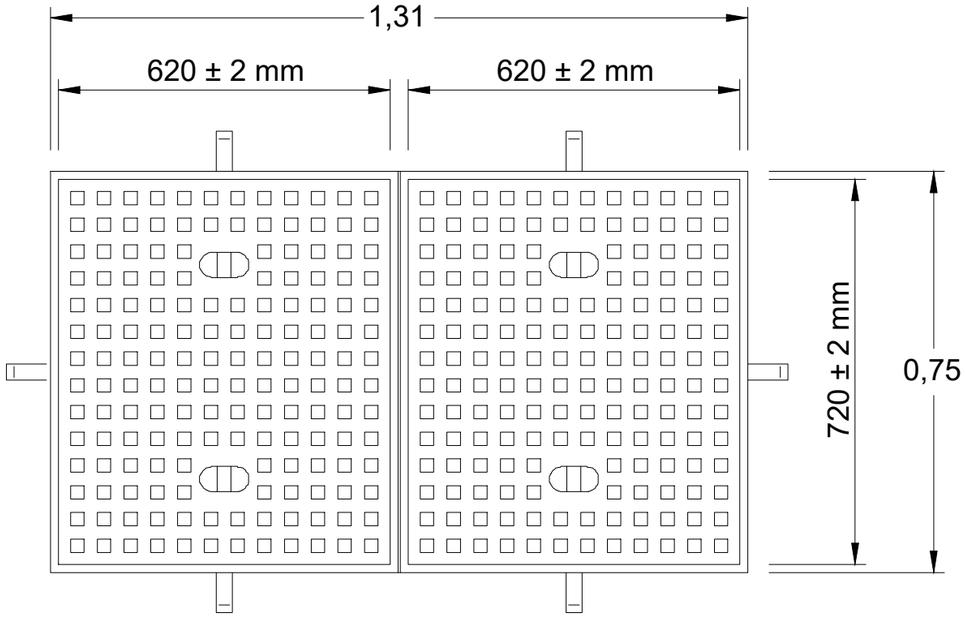
PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	DETALLES CANALIZACIONES
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0067ILE130001GRa0	004	S/E	A3	01 de 01	Ra0

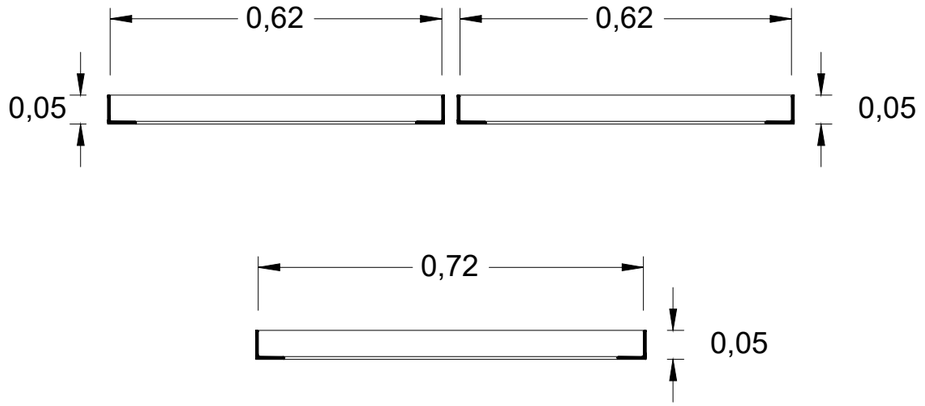
PV0067ILE13F004DRa0 - Canalizaciones.dwg

DETALLE TAPAS PARA ARQUETAS A2 REGISTRABLES

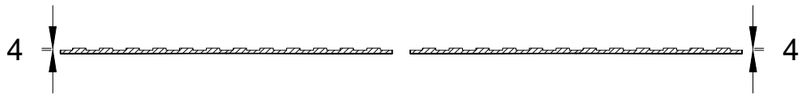
PLANTA TAPA DE FUNDICIÓN
PARA ARQUETAS TIPO A2



SECCIÓN MARCO A-2



DETALLE SECCIÓN TAPA



NOTA:
- Las dimensiones corresponden a las arquetas de alineación. Para las arquetas de cambio de sentido, las dimensiones se definirán con el fabricante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE13F005GRa0 - Arquetas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

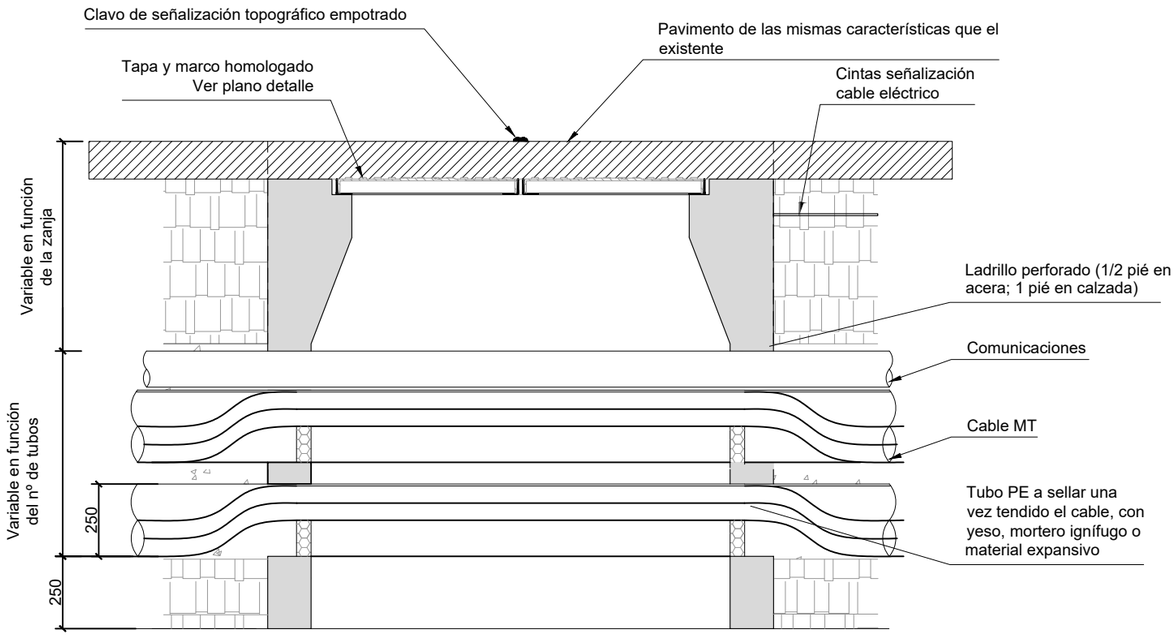
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	DETALLES TAPAS PARA ARQUETAS REGISTRABLES A2
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

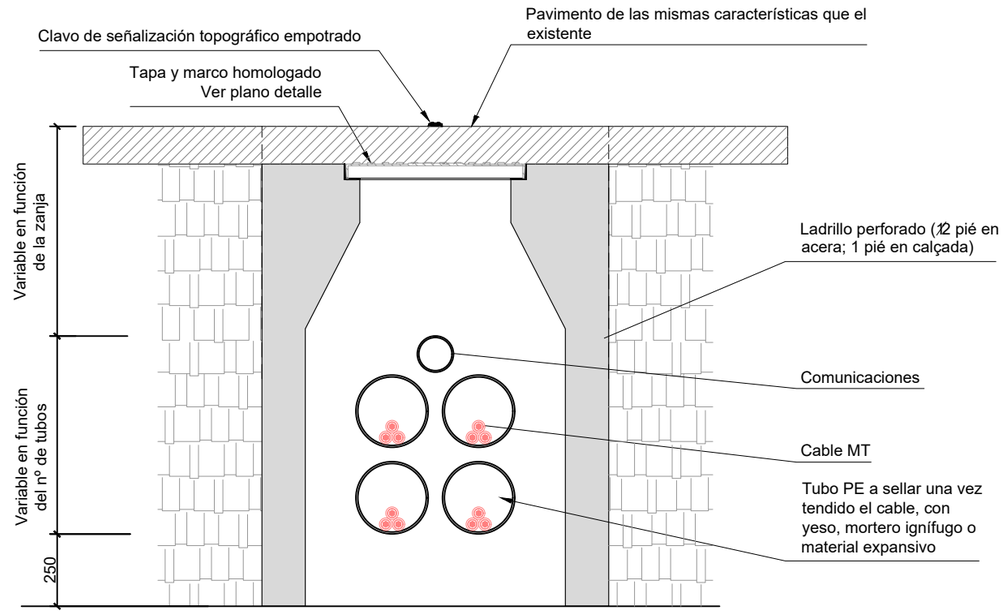
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	005	S/P	A3	01 de 05	Ra0

ARQUETA A2 REGISTRABLE EN ALINEACIÓN

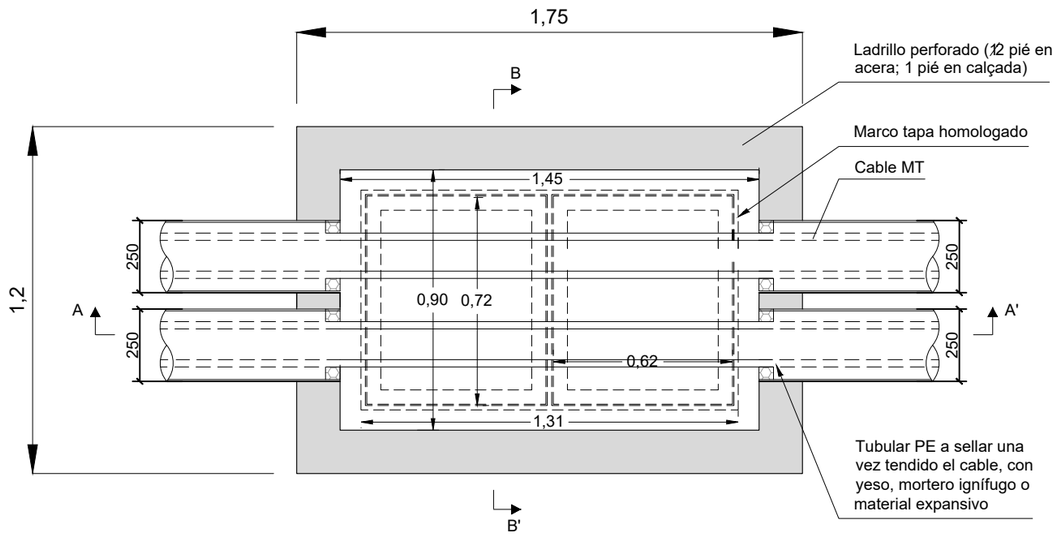
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'



PLANTA



NOTA:
- Arqueta correspondiente a un diseño Tipo A2 para cuatro tubos de Ø250 mm.
- Dimensiones generales y del prisma, según fabricante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE13F005GRa0 - Arquetas.dwg
ESTA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

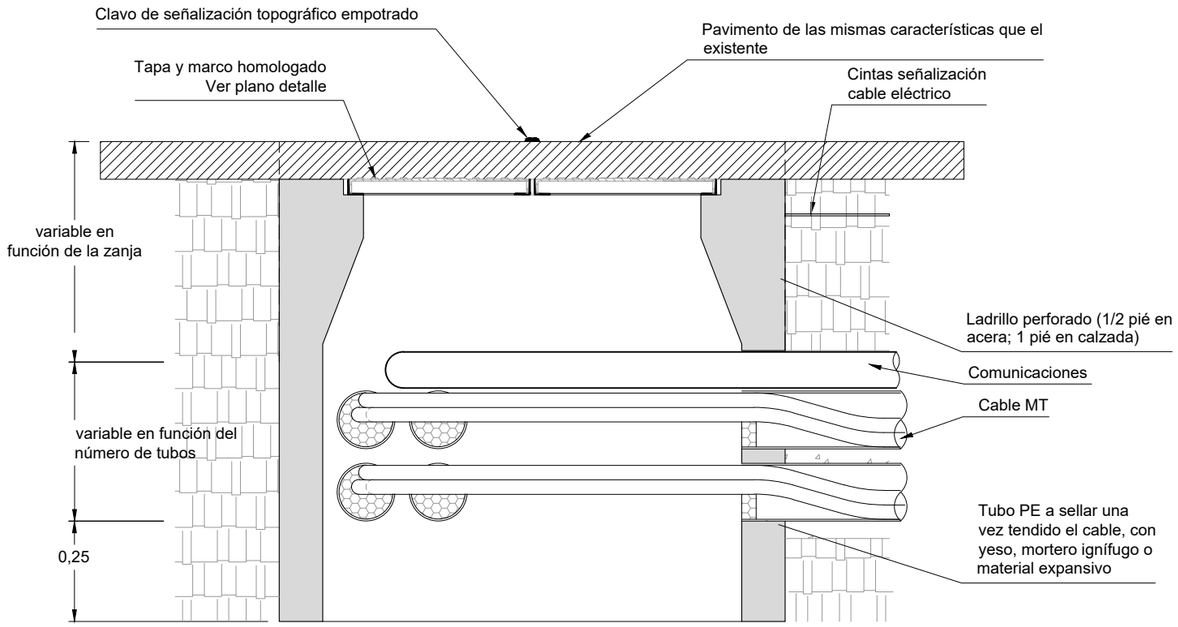
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

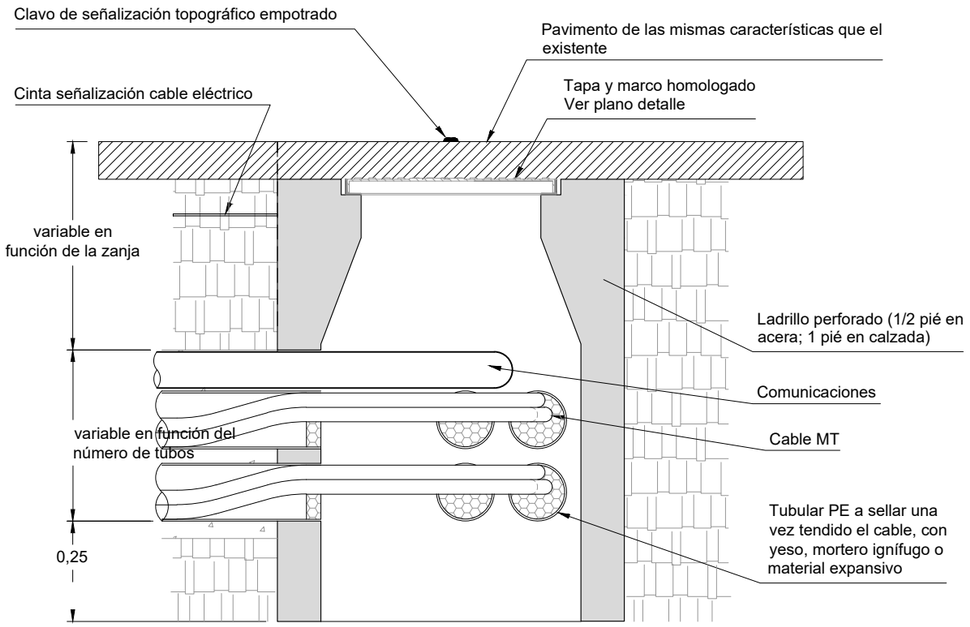
PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	DETALLE ARQUETAS A2 REGISTRABLES EN ALINEACIÓN
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	005	S/P	A3	02 de 05	Ra0

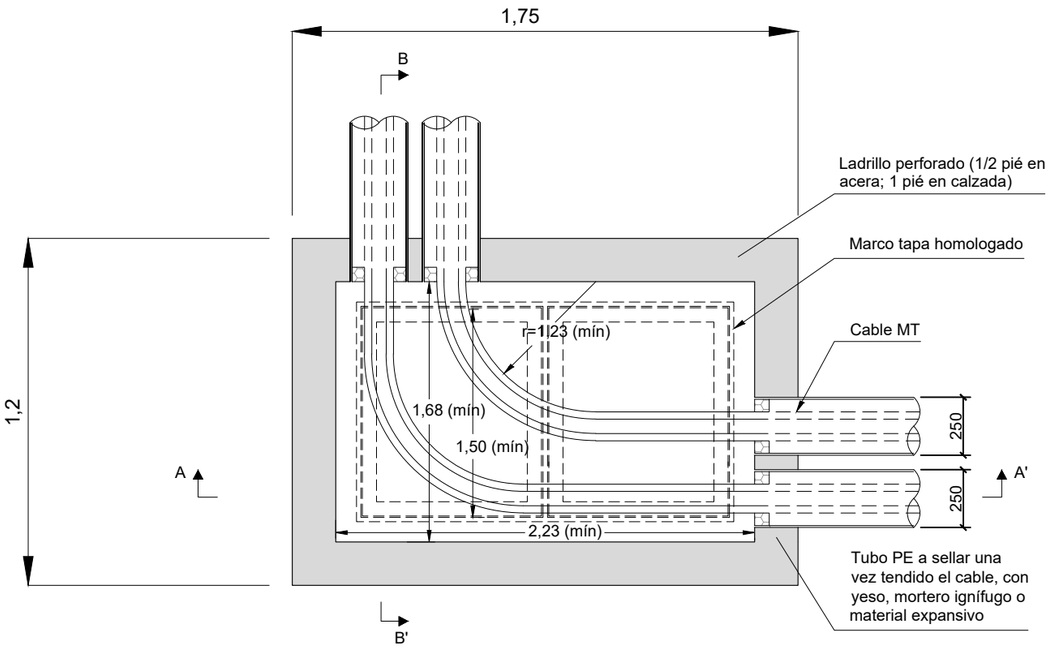
ARQUETA A2 REGISTRABLE CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'





PLANTA



NOTA:
- Arqueta correspondiente a un diseño Tipo A2 para cuatro tubos de Ø250 mm.
- Dimensiones generales y del prisma, según fabricante. Se deberá respetar las dimensiones mínimas indicadas para cumplir con el radio de giro de los cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE13F005GRa0 - Arquetas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

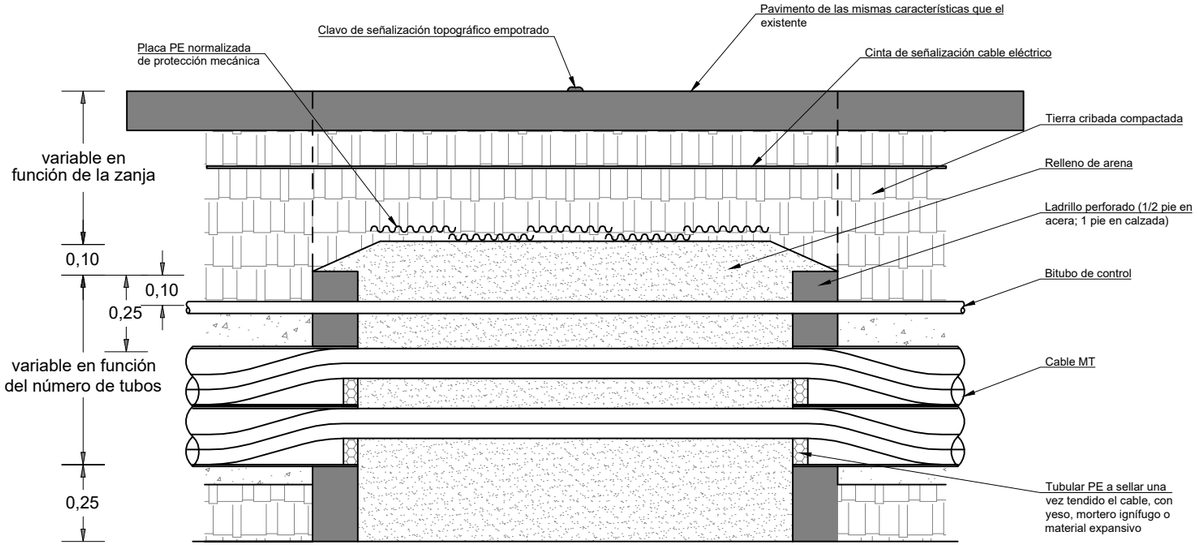
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	DETALLE ARQUETAS A2 REGISTRABLES CAMBIO SENTIDO
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

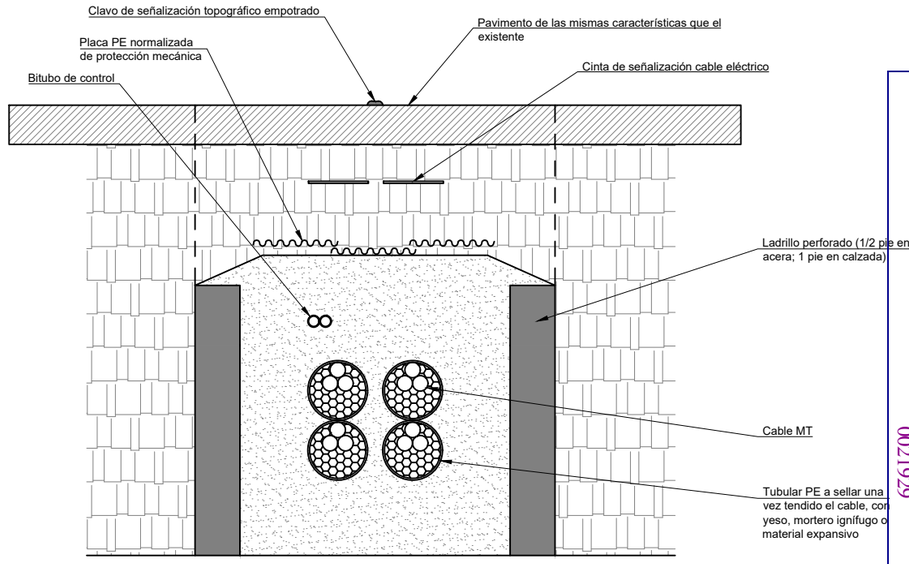
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	005	S/P	A3	03 de 05	Ra0

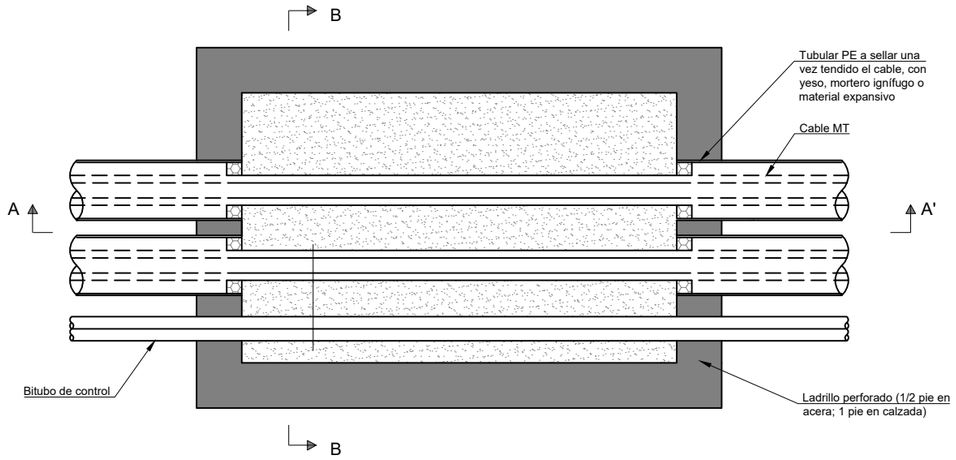
ARQUETA A2 CIEGA EN ALINEACIÓN

SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'





NOTA:
- Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra
- Arqueta correspondiente a un diseño Tipo A2 para cuatro tubos de Ø200 mm.
- Dimensiones generales y del prisma, según fabricante.
- Se deberá respetar las dimensiones mínimas indicadas para cumplir con el radio de giro de los cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE13F005GRa0 - Arquetas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

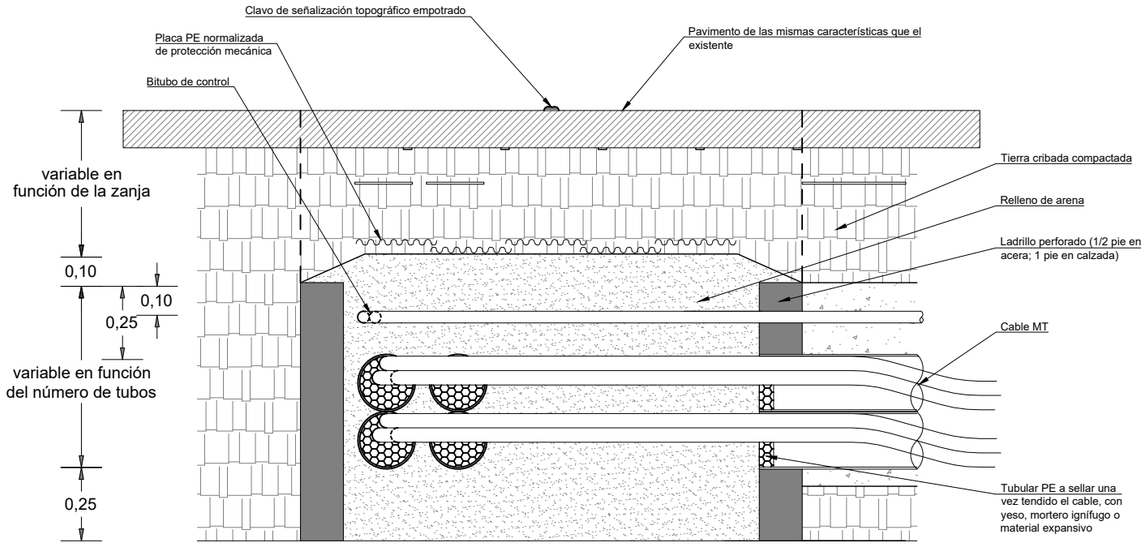
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	DETALLE ARQUETAS A2 CIEGAS EN ALINEACIÓN
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

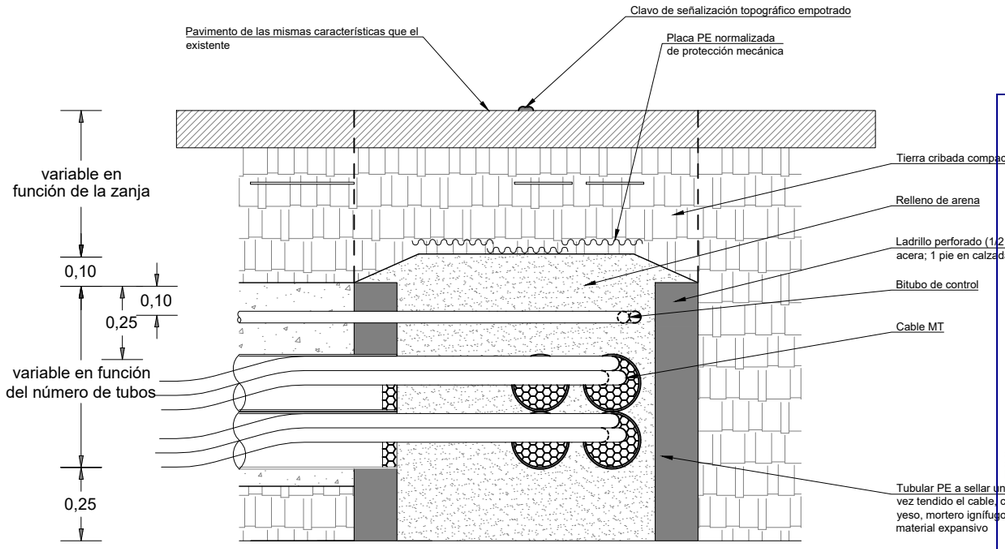
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	005	S/E	A3	04 de 05	Ra0

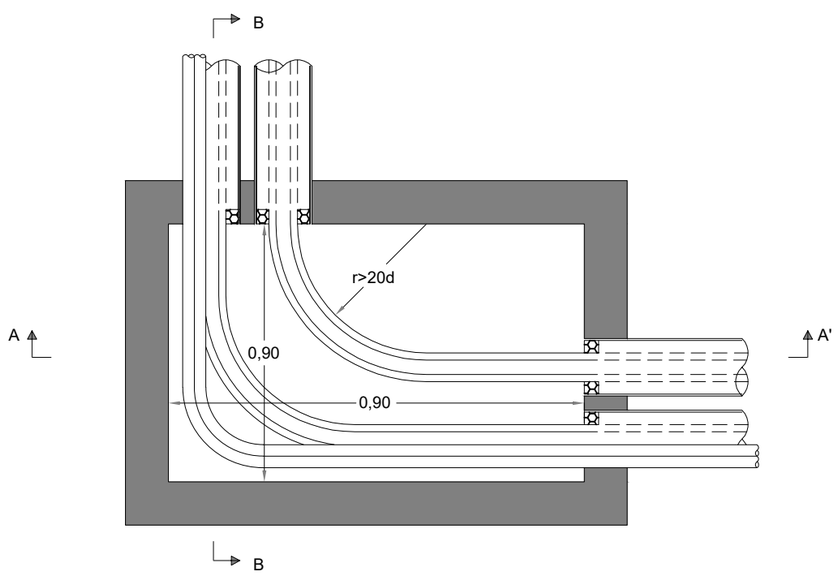
ARQUETA A2 CIEGA CAMBIO DE SENTIDO

SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'





NOTA:
- Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra
- Arqueta correspondiente a un diseño Tipo A2 para cuatro tubos de Ø200 mm.
- Dimensiones generales y del prisma, según fabricante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192-9
VISADO

PV0067ILE13F005GRa0 - Arquetas.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

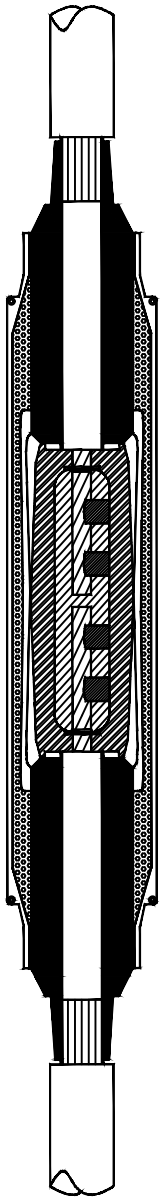
RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	DETALLE ARQUETAS A2 CIEGAS CAMBIO SENTIDO
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	005	S/E	A3	05 de 05	Ra0



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM)							
	Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA	REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD

RIC ENERGY

PROYECTO: LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

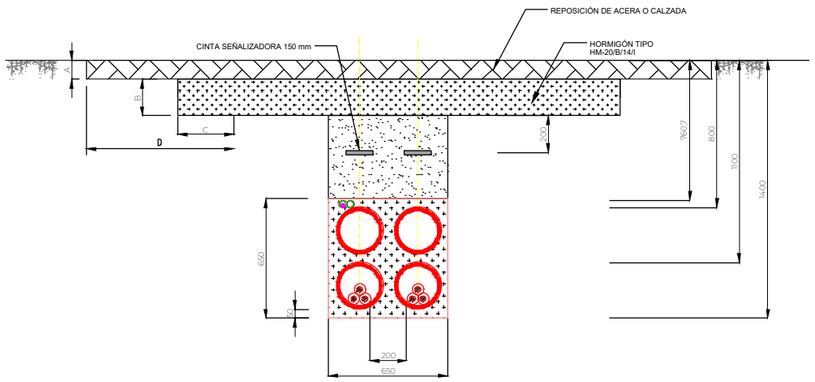
TÍTULO PLANO: EMPALMES

DIRECCION: VALLADOLID | DWG Nº: 006

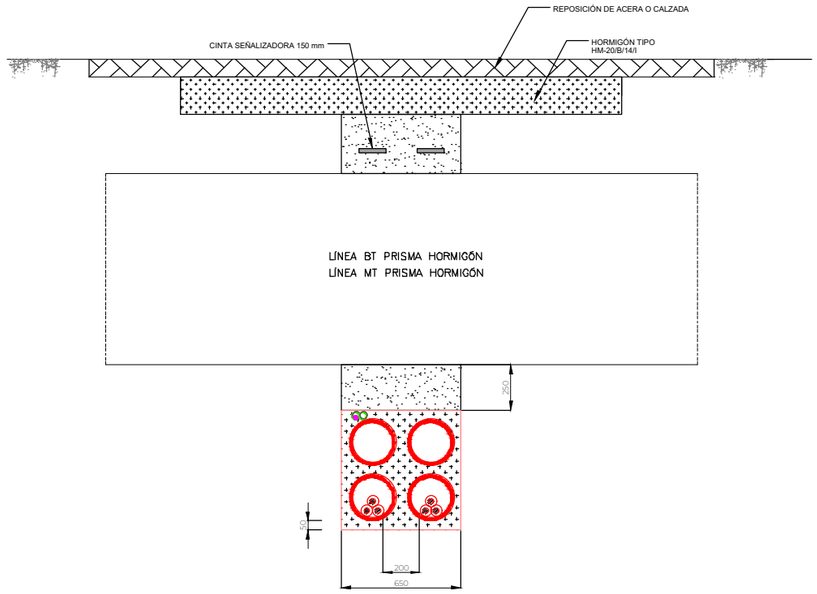
ESCALA:	FORMATO:	Nº DE PROYECTO:	FASE DEL PROYECTO:	HOJA:	REVISIÓN:
SIN ESCALA	A4	PV0067ILE130001GRa0	PROYECTO DE EJECUCIÓN	01 de 01	Ra0

PV0067ILE13F006GRa0 - Empalmes.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

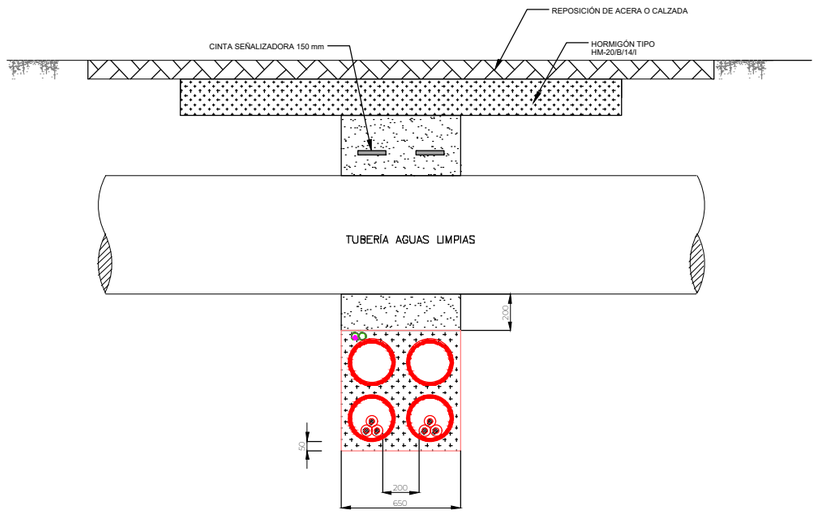
ZANJA TIPO 2CH



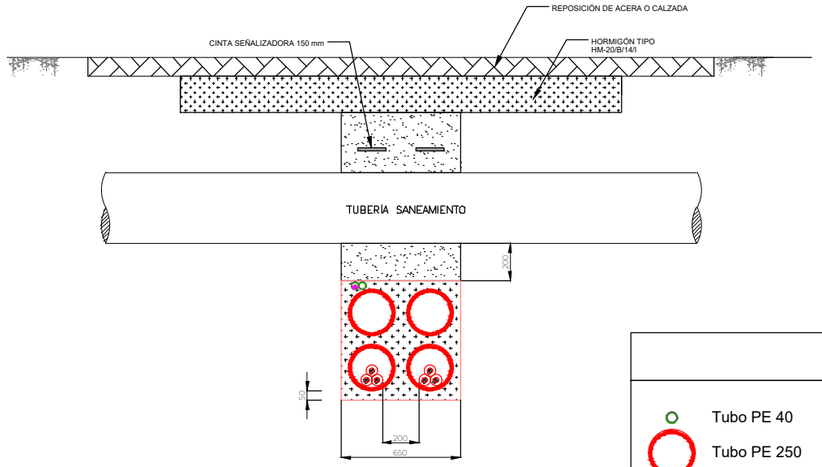
CRUZAMIENTO CON LÍNEA ELÉCTRICA



CRUZAMIENTO CON AGUAS LIMPIAS



CRUZAMIENTO CON SANEAMIENTO



LEYENDA

- Tubo PE 40
- Tubo PE 250
- Cinta de señalización
- Placa de protección mecánica
- Cables MT (3fases)
- Tierra compactada
- Hormigón H15
- Cable de comunicación

NOTAS:

1. Profundidades y diámetros aproximados para cada servicio.
2. Para profundidades mayores de las indicadas el cruzamiento con el servicio se debe de realizar por debajo de la canalización.
3. En todos los casos se considera una distancia del cable al servicio de al menos 250 mm.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

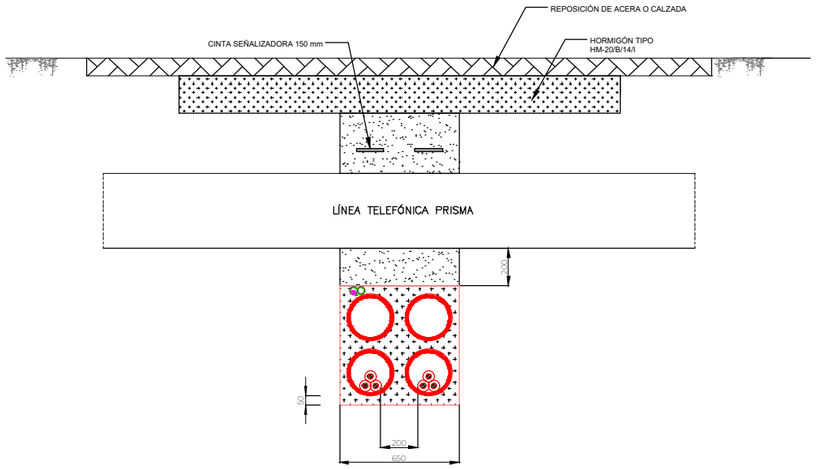
PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	ZANJA SIMPLE CALZADA TIPO CRUZAMIENTO LÍNEA ELÉCTRICA, SANEAMIENTO Y AGUAS
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN
PV0067ILE130001GRa0	007	S/P	A3	01 de 02	Ra0

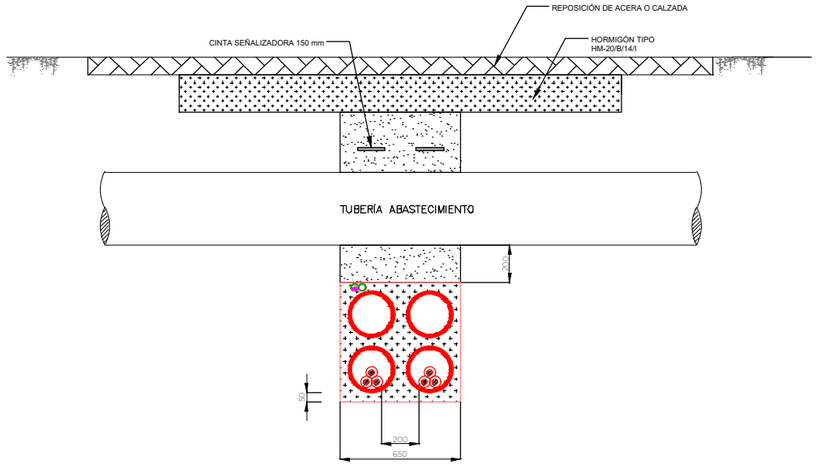
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE13F007GRa0 - Cruzamientos.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

CRUZAMIENTO CON LÍNEA TELEFÓNICA



CRUZAMIENTO CON ABASTECIMIENTO



CRUZAMIENTO CON GASODUCTO

LEYENDA

- Tubo PE 40
- Tubo PE 250
- Cinta de señalización
- Placa de protección mecánica
- Cables MT (3fases)
- Tierra compactada
- Hormigón H15
- Cable de comunicación

NOTAS:

1. Profundidades y diámetros aproximados para cada servicio.
2. Para profundidades mayores de las indicadas el cruzamiento con el servicio se debe de realizar por debajo de la canalización.
3. En todos los casos se considera una distancia del cable al servicio de al menos 250 mm.

REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD
Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	___

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

PROYECTO:	LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA
TÍTULO PLANO:	ZANJA SIMPLE CALZADA TIPO CRUZAMIENTO TELEFÓNICA, ABASTECIMIENTO Y GASEODUCTO
DIRECCIÓN:	VALLADOLID
FASE DEL PROYECTO:	PROYECTO DE EJECUCIÓN

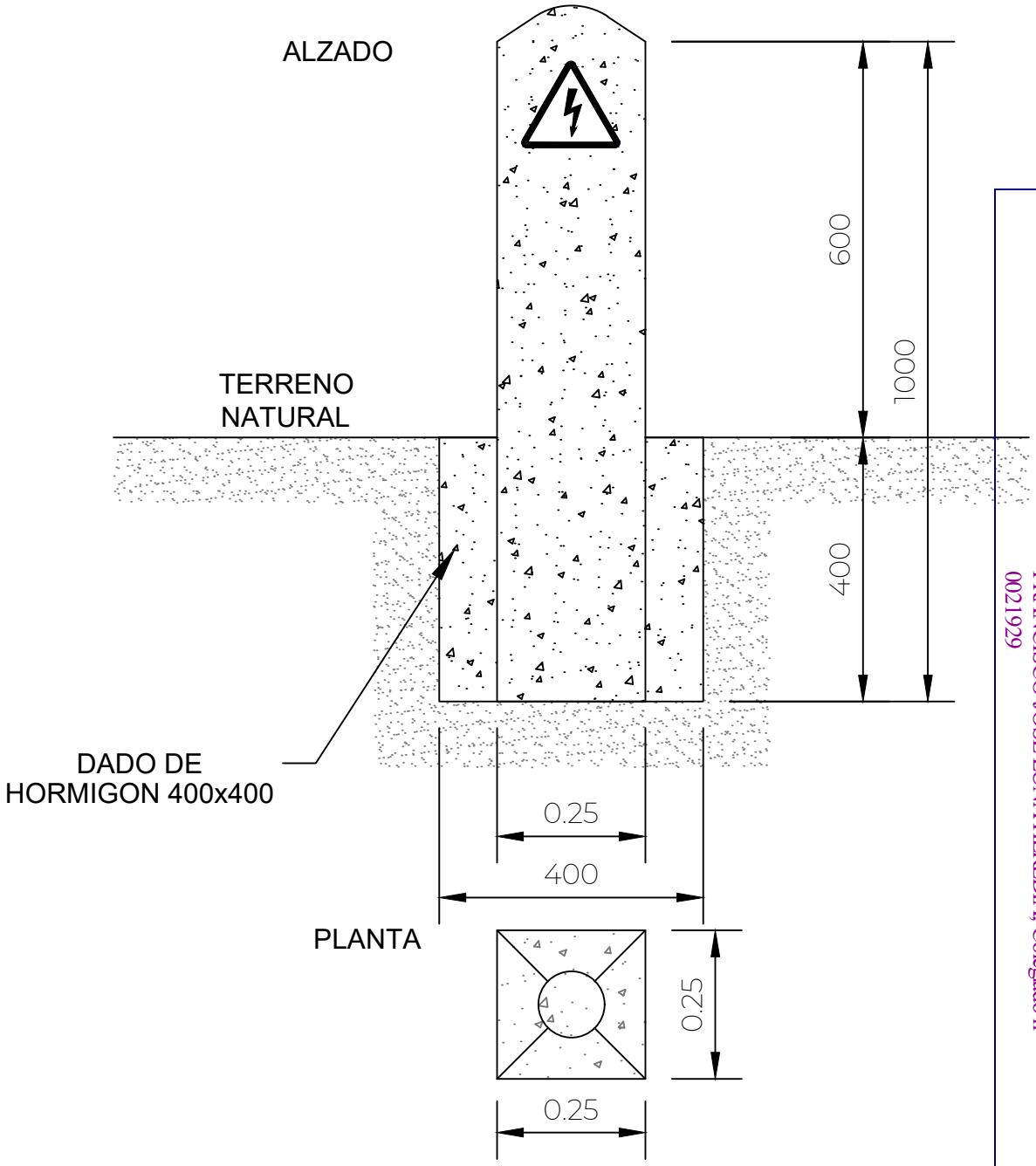
Nº DE PROYECTO:	DWG Nº:	ESCALA:	FORMATO:	HOJA:	REVISIÓN:
PV0067ILE130001GRa0	007	S/P	A3	02 de 02	Ra0

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

PV0067ILE13F007GRa0 - Cruzamientos.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

HITO DE SEÑALIZACION

Esc. 1:200



- LOS HITOS IRAN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS ZANJAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Ra0	25/07/2025	DOCUMENTO INICIAL	V.M.	A.N.	F.L.	—
REV.	FECHA	MOTIVO / DESCRIPCIÓN	REALIZADO	REVISADO	APROBADO	CONTROL DE CALIDAD

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

RIC ENERGY

PROYECTO: LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

TÍTULO PLANO: HITOS DE SEÑALIZACION

DIRECCION: VALLADOLID

DWG Nº: 008

ESCALA:	FORMATO:	Nº DE PROYECTO:	FASE DEL PROYECTO:	HOJA:	REVISIÓN:
1/200	A4	PV0067ILE130001GRa0	PROYECTO DE EJECUCIÓN	01 de 01	Ra0

PV0067ILE13F008GRa0 - Hitos de señalización.dwg
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

DOCUMENTO Nº4: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CONTENIDO

1 NORMATIVA 4
2 CRITERIOS DE CÁLCULO DE SUPERFICIES 4
2.1 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS 4
3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS 5
3.1 TÉRMINO MUNICIPAL DE SIMANCAS 6
3.2 TÉRMINO MUNICIPAL DE ARROYO DE LA ENCOMIENDA 6

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 NORMATIVA

En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se describen los bienes y derechos afectados por la instalación, objeto de este proyecto, al objeto que, previos los tramites señalados en Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, y la Ley 39/2015, 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, sea declarada la utilidad pública en concreto de la citada instalación.

Sobre las fincas descritas en la relación anexa, se solicita servidumbre de acceso subterráneo de energía eléctrica con las prescripciones de seguridad establecidas en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en líneas eléctricas de alta tensión, así como las limitaciones y prohibiciones señaladas en el artículo 159 del RD 1955/2000, servidumbre que comprende:

a) La ocupación del subsuelo por los cables conductores a la profundidad y con las demás características que señale la normativa técnica y urbanística aplicable. A efectos del expediente expropiatorio y sin perjuicio de lo dispuesto en cuanto a medidas y distancias de seguridad en los Reglamentos técnicos en la materia, la servidumbre subterránea comprende la franja de terreno situada entre los dos conductores extremos de la instalación.

b) El establecimiento de los dispositivos necesarios para el apoyo o fijación de los conductores.

c) El derecho de acceso o acceso para atender al establecimiento, vigilancia, conservación y reparación de la línea eléctrica.

d) La ocupación temporal de terrenos u otros bienes, en su caso, necesarios a los fines indicados en el párrafo c) anterior.

2 CRITERIOS DE CÁLCULO DE SUPERFICIES

A continuación, se definen los criterios de cálculo de superficies afectadas objeto del presente proyecto de ejecución:

2.1 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

2.1.1 OCUPACIÓN SERVIDUMBRE DE PASO DE CANALIZACIÓN

Superficie de la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización, de cara a prohibir la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales (apartado 5.1 de la ITC-LAT-06 del RAT).

2.1.2 OCUPACIÓN PERMANENTE DE ARQUETAS

Se considerará la superficie de ocupación permanente de las arquetas de la siguiente manera:

La ocupación permanente de arquetas de telecomunicaciones se calcula a partir del perímetro en planta que se obtiene al añadir 0,5 metros a cada lado del perímetro exterior en planta de la arqueta proyectada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

2.1.3 SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TEMPORAL OBRA

Superficie necesaria para la ejecución de las obras. Se calculan a partir de lo siguiente:

Ocupación temporal para canalización: 3 metros a cada lado desde el borde de canalización. (O lo que es lo mismo 3-D/2 al borde la ocupación permanente). En tramos concretos, la ocupación temporal de la canalización se ha considerado como 5 metros desde el borde de la canalización a un solo lado de esta (es decir, 5-D/2 desde el borde de la ocupación permanente, a un solo lado de esta). En el caso particular del presente proyecto se ha adaptado la superficie de ocupación temporal para evitar las parcelas que tienen arbolado.

Ocupación temporal de arquetas se calcula a partir del perímetro en planta que se obtiene al añadir 1 metro a cada lado del perímetro correspondiente a la ocupación permanente de la misma arqueta.

Para las superficies de afección del tramo subterráneo, se debe tener en cuenta que no se produce solapamiento entre ocupaciones temporales y ocupaciones permanente de los distintos elementos de la LSMT (canalizaciones y arquetas).

3 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

A continuación, se muestra en forma de tabla la información individualizada de los bienes afectados separada por término municipal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.1 TÉRMINO MUNICIPAL DE SIMANCAS

Término Municipal	N.º Orden	DATOS PARCELA				TITULAR		AFECCIÓN TRAMO SUBTERRÁNEO						Naturaleza del terreno
								Canalización			Arquetas			
		Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Paraje	Titular	Domicilio	Longitud (m)	Superficie Servidumbre de Paso (m^2)	Superficie Ocupación Temporal (m^2)	Uds.	Superficie Ocupación Permanente (m^2)	Superficie Ocupación Temporal (m^2)	
SIMANCAS	1	47162A00500010	5	10	LOS CALCES	_	_	122	151	623	AR 01, AR 02	13	23	AGRARIO
SIMANCAS	2	47162A00500009	5	9	LOS CALCES	_	_	164	206	849	AR 03, AR 04	13	23	AGRARIO
SIMANCAS	3	47162A00409002	4	9002	CAMINO DE VILLANUBLA	_	_	11	14	58	_	0	0	AGRARIO
SIMANCAS	4	47162A00409003	4	9003	CAMINO DE ZUMACALES	_	_	1.109	1.409	4.959	AR 05, AR 06, AR 07, AR 08, AR 09, AR 10, AR 11, AR 12, AR 13	55	97	AGRARIO
SIMANCAS	5	47162A00409004	4	9004	CM ARROYO DE LA ENCO	_	_	289	372	1242	AR 14	7	9	AGRARIO

3.2 TÉRMINO MUNICIPAL DE ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Término Municipal	N.º Orden	DATOS PARCELA				TITULAR		AFECCIÓN TRAMO SUBTERRÁNEO						Naturaleza del terreno
								Canalización			Arquetas			
		Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Paraje	Titular	Domicilio	Longitud (m)	Superficie Servidumbre de Paso (m^2)	Superficie Ocupación Temporal (m^2)	Uds.	Superficie Ocupación Permanente (m^2)	Superficie Ocupación Temporal (m^2)	
ARROYO DE LA ENCOMIENDA	6	47011A00809002	8	9002	CAMINO	_	_	97	123	411	AR 15	7	12	AGRARIO
ARROYO DE LA ENCOMIENDA	7	47011A00800005	8	5	LA COPERA	_	_	3	3	24	_	0	0	AGRARIO
ARROYO DE LA ENCOMIENDA	8	8886807UM4088N	_	_	CL ARES 3 SUELO 47195	_	_	5	6	24	_	0	0	SUELO SIN EDIF
ARROYO DE LA ENCOMIENDA	9	SIN INFO	_	_	_	_	_	621	786	3.239	AR 16, AR 17, AR 18, AR 19, AR 20, AR 21	37	68	_
ARROYO DE LA ENCOMIENDA	10	9086913UM4098N	_	_	CL CIBELES 14	_	_	12	15	60	_	0	0	INDUSTRIAL

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

DOCUMENTO Nº5: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CONTENIDO

1 OBJETO 4
2 DISPOSICIONES GENERALES 4
2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 4
2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO 10
2.3 SEGURIDAD PÚBLICA 11
3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO 11
3.1 DATOS DE LA OBRA 11
3.2 REPLANTEO DE LA OBRA 11
3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO 11
3.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL 12
3.5 ORGANIZACIÓN 12
3.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 12
3.7 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS 13
3.8 PLAZO DE EJECUCIÓN 13
3.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL 13
3.10 PERÍODOS DE GARANTÍA 13
3.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA 14
4 CONDICIONES TÉCNICAS 14
4.1 TRAMO SUBTERRÁNEO 14
5 CONCLUSIÓN 35

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002928

1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de la línea eléctrica realizada según el proyecto de ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda.

En estas obras se contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de la línea, así como su puesta en servicio.

Los trabajos y equipos suministrados serán completos, con todas sus partes en perfectas condiciones, realizados con materiales nuevos de primera calidad y con mano de obra especializada. Todos aquellos trabajos, materiales, equipos y servicios en general, no expresamente indicados en este pliego o restantes documentos del proyecto, o no mostrados en los planos que se adjuntan, pero que son necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos serán realizados y suministrados sin cargo alguno, estando incluido en los precios de la oferta correspondiente.

La presente especificación no pretende recoger todos los detalles constructivos de la instalación. Es responsabilidad de suministrador que dichos detalles constructivos están de acuerdo con las técnicas más avanzadas.

Toda la documentación citada o que se adjunta a esta especificación, y los restantes documentos del proyecto se considerará como parte de ella. Cualquier desviación o excepción por parte del suministrador, a esta especificación, será sometida a la aprobación de la Propiedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 6021929
VISADO

2 DISPOSICIONES GENERALES

La obra deberá ajustarse a lo descrito en la Memoria, Planos y Presupuesto del presente proyecto.

Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas según la normativa vigente.

El director técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto. Lo mismo que en caso de variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 28 de marzo de 1.968, en el Grupo, Subgrupo y categoría correspondientes al Proyecto y que se fijarán en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán

por lo especificado en:

2.1.1 RIESGOS LABORALES

- R.D. 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, 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.
- R.D. 709/2015, de 24 de julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- R.D. 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Orden de 20 de septiembre de 1986, sobre el Modelo de Libro de Incidencias correspondientes a las obras en las que sea obligatorio un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Orden de 16 de diciembre de 1987 por la que se establecen Nuevos Modelos para la Notificación de Accidentes de Trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación.
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- R.D. legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269, de 10 de noviembre de 1.995).
- R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- R.D. 39/1997, 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

- R.D. 487/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas al Trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización de Datos.
- R.D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre Protección de los Trabajadores contra Riesgos Relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el Trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- R.D. 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.
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para las obras de construcción y sus guías de aplicación.
- R.D. 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos Relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo.
- R.D. 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus ITC's MIE APQ 0 a 10.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Decreto 275/2001, de 4 de octubre, por el que se establecen determinadas condiciones técnicas específicas de diseño y mantenimiento a las que se deben someter las instalaciones eléctricas de distribución.
- Ley 33/2002, de 5 de julio, de modificación del artículo 28 del texto refundido de la ley del Estatuto de los Trabajadores, aprobado por R.D. legislativo 1/1995, de 24 de marzo.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen Nuevos Modelos para la Notificación de Accidentes de Trabajo y se posibilita la transmisión por procedimiento electrónico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Código de Circulación.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de Actividades Empresariales.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 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, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Corrección de errores y erratas del R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente a los Riesgos derivados o que puedan derivarse de la Exposición a Vibraciones Mecánicas.
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1331/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- R.D. 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Cuadro de Enfermedades Profesionales en el Sistema de la Seguridad Social.

2.1.2 OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

- R.D. 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02).
- R.D. 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- R.D. 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997, por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicio de carreteras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129
VISADO

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Reglamento general de la ley de contratos de las administraciones públicas, aprobado por R.D. 1098/2001, de 12 de octubre.
- Norma NTL del Laboratorio de Transporte y Mecánica del suelo del M.O.P.
- Instrucción 8.3-IC sobre señalización de obras, aprobada por Orden Ministerial de 31 de Agosto de 1987 (BOE del 18 de Septiembre) sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado. Esta Orden ha sido modificado parcialmente por el Real Decreto 208/1989, de 3 de Febrero (BOE del 1 de Marzo), por el que se añade el artículo 21 bis y se modifica la redacción del artículo 171.b) A del Código de la Circulación.
- Recomendaciones para la fabricación, transporte y montaje de tubos de hormigón en masa (THM/73, Instituto E.T. de la Construcción y del Cemento).
- Normas de ensayo del laboratorio del transporte, Orden de 31 de Diciembre de 1958.
- Orden de 28 de agosto de 19870 por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica.
- Real Decreto 2492/1983, de 29 de junio, por el que se regular la intervención administrativa del Estado sobre el nitrato amónico de grado explosivo. Modificado por el Real Decreto 2261/1985, de 23 de octubre.
- 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.
- Colección de pequeñas obras de paso 4.2.- IC aprobada por Orden Ministerial de 3 de Junio de 1986 (BOE del 20).
- Normas INTA (Pintura).
- Ley 16/1985, de 25 de Junio, del Patrimonio Histórico Español, desarrollada parcialmente por el Real Decreto 111/1986, de 10 de Enero.

2.1.3 ELECTRICIDAD

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto –ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero, por el que se adaptan determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009, de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129
VISADO

modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y correcciones posteriores.
- 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
- Corrección de errores de Real Decreto 223/2008.
- Real Decreto 1432/2008 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e ITCs BT 01 a 51.
- Guía Técnica de aplicación al REBT.
- Instrucción 4/2007, de 7 de mayo, de interpretación y aplicación de determinados preceptos del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del sistema eléctrico y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Real Decreto-Ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Ley 82/1980 de 30/12, sobre Conservación de la Energía, y las actualizaciones que le afecten.
- 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 lo 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
- RD 1454/2005, de 2 de diciembre por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Normativa Particular de la Compañía Distribuidora.

2.1.4 OTRAS

- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021939

- Corrección de errores y erratas del R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- R.D. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Ley 13/1989, de 10 de octubre, de montes vecinales en mano común, y todas las actualizaciones que lo afectan
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 560/2010 de 7 de mayo por lo que se modifica diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicio y su ejercicio y a la ley 25/2009, 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.

2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramienta, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajan en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. Pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929

2.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y uso de equipos para proteger a las personas, animales, cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno y otro pudieran incurrir para con el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002829
VISADO

3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su coste de la memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde se obtengan las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.2 REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de Obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de la misma, con especial atención en los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se llevará por duplicado Acta, en la que constarán claramente, los datos entregados firmados por el Director de Obra y por el representante del contratista.

Los gastos del replanteo serán por cuenta del Contratista.

3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquéllas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de

proceder a la ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.4 RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El Director de Obra de acuerdo con el contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.5 ORGANIZACIÓN

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, está a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes dé éste en relación con datos extremos.

En las obras de Administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y a cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5 % de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obras, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que dará cuenta posteriormente.

3.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular o Normas si las hubiera y de acuerdo con las especificaciones en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio en lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y carga aquel personal ajeno al propiamente manual que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.7 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos está sometida al requisito de que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirán al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.8 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El contratista está obligado a cumplir con los plazos que se señalan en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables. No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios incluyan realmente en los plazos señalados por el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el director de Obra la prórroga estrictamente necesaria.

3.9 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello, la presencia del director de obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso. Dicha Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse las obras en estado de ser recibidas, se hará constar así en el Acta y darán al contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se harán un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con pérdida de la fianza.

3.10 PERÍODOS DE GARANTÍA

El período de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción Provisional.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022928
VISADO

calidad de los materiales.

Durante este período, el contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del director de obra y del representante del Contratista levantándose Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificado por el Contratante y el Contratista.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

4 CONDICIONES TÉCNICAS

Se especifican en este apartado todas las condiciones requeridas para los materiales eléctricos más empleados en las instalaciones de alta tensión, es decir, de tensión superior a 1.000 voltios. Todos los materiales deben cumplir las normas y especificaciones aplicables.

4.1 TRAMO SUBTERRÁNEO

4.1.1 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

4.1.1.1 Características generales

Toda obra a realizar estará sometida a la obtención previa de las licencias correspondientes y demás autorizaciones municipales o, en su caso, a la autorización para reparación de avería y posterior obtención de licencia, así como al pago de las correspondientes exacciones fiscales, según la normativa aplicable en cada supuesto.

En todo el trazado y durante la ejecución de los trabajos prevalecerá el orden y limpieza. Al finalizar la jornada de trabajo se retirarán todas las herramientas, materiales y maquinaria.

En pasos de vehículos o de personas se dispondrán planchas de chapa de hierro debidamente señalizadas. El espesor de estas chapas no será inferior a 20 mm y se dispondrán barandillas y los elementos de seguridad oportunos.

Si los trabajos propios de las obras significaran la obstrucción de desagües, se construirán unos provisionales, manteniéndose limpios en todo momento.

En caso de encontrarse bocas de riego, hidrantes o similares se respetará un radio de 3 m alrededor de estos elementos.

Todos los servicios descubiertos permanecerán identificados. Si durante los trabajos se produjeran averías en canalizaciones o servicios ajenos se repararán con carácter urgente, para luego proceder a su reparación definitiva.

El acopio de materiales se realizará de forma segura en un lugar adecuado a su almacenaje.

El contratista aportará toda la herramienta y útiles necesarios para la ejecución de los trabajos. Las herramientas y útiles estarán suficientemente dimensionados para el trabajo que se vaya

a desarrollar y cumplirán con la legislación vigente oportuna en materia de seguridad.

4.1.1.2 Replanteo

Todos los trabajos realizarán en conformidad a los planos y coordenadas entregados previamente a su ejecución.

Se comprobarán siempre los servicios y elementos afectados, tanto si están previstos inicialmente como si surgen a posteriori. Para ello se realizarán los estudios y calas sean oportunas.

4.1.1.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc.

Se procurará causar los mínimos daños posibles en la propiedad, ajustándose a los compromisos adquiridos con el propietario antes de la ejecución de las obras.

En entornos rurales se mantendrán cerradas las propiedades atravesadas, en caso de posibilidad de presencia de ganado.

En instalaciones enterradas, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo 10·(D+d) donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

En instalaciones entubadas se respetarán los radios de curvatura mínimos precisos dependiendo del diámetro exterior del tubo, de tal forma que en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 200 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 10 m.

4.1.1.4 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 500 mm entre la zanja y las tierras extraídas o cualquier otro objeto, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929

Las tierras extraídas se apilarán de forma adecuada para su posterior uso, en caso de que las autoridades lo permitan, o para su posterior evacuación a vertedero autorizado. Se prestará especial atención para no mezclarla con agentes contaminantes que pudieran dañar el medio ambiente o impedir su posible reutilización.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios comercios y garajes. Se respetarán siempre anchos de vías de circulación de al menos 3 m si es de sentido único y de 6 m si es de doble sentido. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará de una autorización especial.

En canalizaciones que discurran por calzada se dejará un mínimo de 30 centímetros de separación desde el bordillo hasta la arista más próxima de la zanja.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se practicará una mina o galería por la que se pase el cable.

Las dimensiones de las zanjas para una o dos ternas se harán según las tablas indicadas en los planos del Proyecto en función de la sección de los cables y el tipo de instalación: directamente enterrada, bajo tubo y bajo tubo hormigonada.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

No se emplearán, en ningún caso, maquinaria y herramientas que causen una contaminación acústica que sobrepase los niveles especificados por la legislación vigente.

En caso de ser necesaria la retirada de pavimento asfáltico, se realizarán los cortes por medio de cortadora de disco.

A la hora de atravesar jardines o parques, se intentará preservar la vegetación existente en la medida de lo posible.

Ante presencia de agua se realizarán y mantendrán los achiques necesarios para una correcta ejecución de los trabajos, disponiéndose de sistemas de drenaje especial cuando en caso necesario.

Se evitará el deterioro de todos los elementos afectados por la excavación, para lo que se tomarán las medidas pertinentes. En caso de deterioro, el contratista será responsable de su reparación y tendrá la obligación de avisar inmediatamente a los propietarios.

4.1.1.5 Canalización

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

4.1.1.5.1 Canalización de cables bajo tubo hormigonado

El empleo de este tipo de canalización será prioritario en los casos siguientes:

- Cruces o tendidos a lo largo de vías públicas, privadas o paso de carruajes (tubos hormigonados en todo el recorrido).
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos, donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.
- Cuando sea necesario dejar prevista la canalización para realizar el tendido del cable en el futuro.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán bajo las siguientes condiciones:

a) Se colocará en posición horizontal y recta, y estarán hormigonados en toda su longitud.

b) No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra que actúe como amortiguador.

c) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

d) El fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

e) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. Deberán proyectarse con todo detalle.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubo de 2 m.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo sus principales características:

- Tubo de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
- Diámetro exterior 250 mm.
- Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos de 70 mm para tubos de diámetros exteriores de 250 mm.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

En caso de separadores de tubos de 250 mm de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial.

Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalarán 2 tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 125 mm de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de zanjas tipo. Para la ubicación de estos tubos se dispondrá de un separador específico cada 3 m de tendido.

Tanto en tubos de potencia como tubos de telecomunicaciones se respetarán las siguientes indicaciones:

a) No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.

b) Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.

c) Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido. La cuerda de nylon será de 8 mm de diámetro para los tubos de telecomunicaciones.

d) Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.

e) Las juntas de entradas y salidas de los tubos a las arquetas se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.

f) El interior de los tubos de entradas y salidas a las arquetas se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de hormigonado respetando las canalizaciones descritas en el documento Planos.

El encofrado de hormigón ocupará toda la anchura de la canalización. La altura del encofrado será de 783 mm para tubos de diámetros exterior de 160 mm, 858 mm para tubos de diámetro exterior 200 mm y 977 mm para tubos de diámetro exterior 250 mm.

Para el encofrado de hormigón se utilizará en todo caso hormigón en masa HNE-15/B/20 según el Código Estructural. Las clases general y específica de exposición se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199
VISADO

Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por, a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

4.1.1.5.2 Cables al aire, alojados en galerías

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas del tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable. Dispondrán de un punto de puesta a tierra accesible que conecte con el electrodo enterrado de puesta a tierra.

Las galerías visitables se usarán preferentemente solo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento en que evacua.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 metros de anchura mínima y 2 metros de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de las canalizaciones, como la seguridad de circulación del personal.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse de accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C, conforme a la UNE 21123-4.

Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

Las empresas utilizadoras tomarán las medidas oportunas para evitar la presencia de roedores en las galerías.

Las galerías de longitud superior a 400 metros, además de las disposiciones anteriores

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 9021929
VISADO

dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 metros como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF 120) con puertas cortafuegos (RF 90) cada 1.000 metros como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T en uno de los laterales, reservando el otro para B.T, control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

Los cables se colocarán al aire, fijados sobre soportes metálicos mediante abrazaderas plásticas, de manera que no se desplacen por efectos electrodinámicos.

Las abrazaderas plásticas fabricadas en poliamida reforzada con fibra de vidrio, resistentes al incendio.

Asimismo, serán resistentes al agua, rayos UVA, ozono, aceites, combustibles acetona, alcoholes y benceno.

Serán totalmente inertes, no conteniendo halógenos ni ningún metal que desprenda gases tóxicos en caso de incendio. No contendrán ningún tipo de colorante ni pintura, y serán de color negro. El diseño tendrá las dimensiones adecuadas para proporcionar una presión firme y uniforme sin dañar los cables, ni en funcionamiento normal ni en condiciones de cortocircuito.

El montaje de las abrazaderas se realizará de forma rápida y sencilla, sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

Se instalarán preferentemente abrazaderas con soporte incorporado fabricado del mismo material, admitiéndose donde no sea posible la instalación de la abrazadera sobre soportes metálicos.

El resto de las características principales se reflejan en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Resistencia a la flexión (N/mm^2)	132
Resistencia mecánica mínima (N)	2.500
Resistencia a la tracción (N/mm^2)	135
Coeficiente de dilatación (% por cada 10ºC)	0,01
Límites de temperatura (ºC)	-40 / +135*
Resistencia al fuego (s)	60

* Temperaturas pasajeras de hasta 210ºC son admisibles

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

En galerías o zanjas registrables se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas.

Solo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua y tubos hormigonados para cables de comunicación; y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de A.T, de B.T, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

4.1.1.5.3 Paralelismos y cruzamientos

Cuando en el trazado de la línea aparezca algún tipo de paralelismo o cruzamiento con cualquier otro elemento de los contemplados en el Documento Memoria, se respetará en todo momento lo indicado en la citada Memoria.

Caso de plantearse distintas alternativas para resolver estos paralelismos o cruzamientos, será el Director de Obra quien decida que alternativa adoptar, en base a razones técnicas, económicas y de seguridad.

4.1.1.6 Transporte y almacenamiento de bobinas de cables

Previamente al traslado, será estudiado el emplazamiento de destino. El transporte de las bobinas se realizará siempre sobre vehículo, manipulándose mediante grúa.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Si la bobina se transporta con duelas, se deben proteger convenientemente para que un deterioro de estas no afecte al cable.

Cuando se coloquen las bobinas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una con otra, y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y resistentes, con un largo total que cubra completamente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928

las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa, y se clavarán por ambos lados al piso de la plataforma para su inmovilidad.

Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4.

Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Además, deberá evitarse que la bobina ruede sobre un suelo accidentado.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

El almacenamiento de bobinas se realizará sobre firme adecuado, en un lugar donde no pueda acumularse agua. En lugares húmedos se aconseja la separación de las bobinas. No se permitirá el apilamiento de bobinas.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

4.1.1.6.1 Tendido de cables

En instalaciones directamente enterradas o en galería se verificará antes del tendido que no hay elementos susceptibles de dañar la cubierta. En instalaciones directamente enterradas se revisará la rasante, que será lisa y en instalaciones en galería se revisarán los puntos de apoyo del cable, como bandejas o voladizos.

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se procederá a mandrilar los tubos de la instalación según los diámetros interiores de los mismos.

Una vez finalizada la zanja se procederá al mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos. El mandril será suministrado por el contratista.

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del director de obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad.

El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que sirva para el tendido del futuro piloto de tendido del cable. La cuerda guía de nylon será de 10 mm de diámetro.

En el caso de encontrarse con algún cuerpo extraño, se procederá a su retirada por un medio aprobado por el técnico responsable de la propiedad. Si el tubo está obstruido (el mandril no pasa), se procederá a la nueva ejecución del tramo afectado.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños y se levantará acta de esta actividad.

Se estudiará el emplazamiento óptimo para la bobina antes del tendido. La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido. En el caso de trazados con pendiente, es preferible el tendido en sentido descendente. Se procurará la alineación de las bobinas con la traza para su tendido. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no superará los 10º.

En caso de que uno de los extremos de la canalización presente puntos de difícil acceso o curvas pronunciadas, es preferible situar la bobina en el extremo opuesto.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Las duelas se retirarán con la bobina suspendida unos 10 ó 20 cm, haciendo posible el giro alrededor de su eje. El eje se apoyará sobre pies dimensionados acorde al trabajo a desarrollar, asegurando la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y un radio de curvatura una vez instalado de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y del diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja, estarán comunicados y en disposición de detener el proceso de tendido en cualquier momento. A medida que vaya extrayendo el cable de la bobina, se hará inspección visual de cualquier deterioro del cable.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante de este.

Los cabrestantes se accionarán por medio de motores autónomos para tirar de los cables de potencia a través de pilotos guía. En la placa de características figurará su fuerza de tracción, permitiéndose el uso de rebobinadora para los cables piloto. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928

Antes del inicio de los trabajos se realizará un estudio de las tracciones necesarias, a fin de no sobrepasar los esfuerzos máximos permitidos. El despliegue del cable se hará lentamente a velocidad constante. Esta velocidad será del orden de entre 2,5 y 5 m/min.

Se prestará especial atención cuando la bobina se desenrolle completamente, teniendo previsto que el cable no se destense en ningún momento mediante algún tipo de medio mecánico.

El cabrestante y el freno deben ser fijados de forma rígida para un correcto funcionamiento en el peor caso de carga. La máquina de frenado y sus accesorios estarán dimensionados en función de la bobina de tendido. El dispositivo de frenado será reversible y podrá actuar como cabrestante en caso de necesidad.

Para el guiado del cable se emplearán cables piloto de tipo flexible, serán antigiratorios y sus elementos de conexión serán giratorios para compensar la torsión producida.

La unión del cable y del cable piloto se realizará por medio de cabezal de tiro y manguito giratorio.

Se podrá recubrir el cable con grasa lubricante con el fin de favorecer el deslizamiento de este en el interior de los tubos y así reducir el esfuerzo de tracción. En ningún caso se utilizará grasa que pueda dañar la cubierta del cable.

El tendido se hará obligatoriamente a través de rodillos que puedan girar libremente, y construidos de forma que no dañen el cable. La superficie de los rodillos será lisa, libre de rebabas o cualquier deformación que pudiera dañar el cable.

Los rodillos se montarán sobre rodamientos convenientemente lubricados, para lo que se dispondrán los equipos de engrase convenientes.

El diámetro del rodillo será, como mínimo, de 2/3 partes el diámetro del conductor.

En algunos casos es aconsejable el uso de arquetas intermedias que permitan situar rodillos a la entrada y salida de los tubos. Con esto se disminuye el rozamiento y, por consiguiente, el esfuerzo de tiro del cable.

Los rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

El diseño de los rodillos evitará en todo momento el rozamiento de las armaduras o cualquier otro elemento con el cable, impidiendo el deterioro de la cubierta de este. El descarrilamiento se impedirá por medio de protecciones dispuestas a tal efecto.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. La cifra mínima recomendada es de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929

cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollando cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable. El frenado del cable estará sincronizado con el tiro de este. Si se deja de tirar del cable sin frenar, la inercia de giro de la bobina alrededor de su eje permitirá que se siga desenrollando el cable, lo que puede producir malformaciones ante un esfuerzo de flexión.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o exponiéndolos a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

Por sus características constructivas, los cables no se someterán a esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos podrían mermar las propiedades mecánicas o eléctricas del cable e incluso inutilizarlo por completo.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 100 mm de arena fina y la placa de protección de polietileno normalizada.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos. Se asegurará la estanqueidad en los extremos de la zanja, zonas de empalme y terminales, así como del extremo de cable que haya quedado en la bobina. Con el cable tendido, se sellarán las bocas de los tubos para impedir la entrada de gases, agua o roedores con espuma de poliuretano sin que ésta entre en contacto con la cubierta del cable.

Cuando dos extremos de cable tendidos vayan a ser empalmados, la cubierta puede desplazarse con respecto al resto del cable debido a los esfuerzos de tracción. Por este motivo,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022928

cuando dos cables se vayan a empalmar, se solaparán al menos 2,5 m salvo longitud específica dada por el fabricante.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización, asegurándola con hormigón en el tramo afectado.

Nunca se pasará más de un cable por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

En instalaciones bajo tubo, se tendrá especial cuidado en la boca del tubo para no producir ralladuras en la cubierta del cable. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo o, en su defecto, se utilizarán boquillas protectoras.

4.1.1.7 Tendido de los cables de puesta a tierra

Se tenderán dos cables de puesta a tierra en cada tramo con conexión de pantallas Solid Bonded, que unirán equipotencialmente los electrodos de puesta a tierra de ambos extremos.

La disposición de los cables de tierra será la especificada en las correspondientes zanjas tipo.

La sección de cada cable de tierra no será en ningún caso inferior a la sección de la pantalla y, en cualquier caso, soportará una intensidad de cortocircuito admisible en régimen no adiabático superior a la soportada por la pantalla.

Para el mandrilado del tubo utilizado para el tendido de los conductores equipotenciales, se emplearán medios mecánicos y no manuales, como máquina de tiro con limitador de esfuerzo. El mandril será suministrado por el contratista.

4.1.1.8 Tendido de los cables de telecomunicaciones

La distancia entre arquetas depende del trazado de la canalización. Como regla general, se instalarán arquetas de telecomunicaciones a lo largo del recorrido subterráneo. Las arquetas se distribuirán siguiendo las siguientes pautas:

- Arqueta Doble: Su función es albergar las cajas de empalme de los cables de fibra óptica. Se instalarán en cada arqueta, en el inicio y final de la perforación dirigida, en los apoyos de paso aéreo-subterráneo y en los puntos singulares del trazado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Arqueta Sencilla: Se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías, haciendo que los tramos no superen los 500 metros sin una arqueta.

No se permitirá tender el cable haciendo tracción por medio de palancas, vehículos y otros útiles; deberá hacerse siempre a mano, con los operarios distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la canalización. El cable que se suministra tiene una resistencia a la tracción de 3.000 N.

En ningún caso, aunque sea de forma transitoria para continuar con el trabajo más tarde, se dejarán los extremos del cable en zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los de los subconductos así como haber sellado la punta del cable para evitar la entrada de agua en los subconductos y humedad en el cable.

Las cocas de cable serán normalmente de 10 metros, se dejarán en las arquetas donde están definidos los empalmes, se enrollarán, respetando el radio mínimo de curvatura del cable y se sellarán las puntas del cable de fibra óptica.

4.1.1.9 Hormigonado

El hormigonado se realizará de acuerdo con los planos de canalizaciones del proyecto y conforme al artículo 52º "Puesta en obra y curado del hormigón y de los productos de protección, reparación y refuerzo" del Código Estructural, empleándose un hormigón HNE-15/B/20. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) no estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 15 N/mm^2 según el Código Estructural. La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a las clases general y específica de exposición, se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

4.1.1.9.1 Cemento

La resistencia del cemento no será inferior a 200 kp/cm^2 y se ajustará a lo establecido en el artículo 28º del Código Estructural.

4.1.1.9.2 Agua

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el artículo 29º del Código Estructural.

4.1.1.9.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 083129

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, cumplirán las condiciones del artículo 30º del Código Estructural.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

En caso de empleo de escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el artículo 30º del Código Estructural.

4.1.1.9.4 Composición

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que estime oportunos el contratista respetando siempre:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 150 kg/m^3.
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg/m^3.

Para establecer la dosificación, el contratista deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorios tal y como especifica el anejo 13 del Código Estructural, con el objeto de que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que le exige el artículo 33º del Código Estructural.

La fabricación del hormigón se ajustará a lo establecido en el artículo 52 del Código Estructural.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0ºC. Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte de la propiedad.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40ºC.

El hormigón para emplear tendrá una resistencia característica Fck mínima de 200 kg/cm^2.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos del presente Proyecto.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.cgtim.es/pvd
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 8021929

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el artículo 57º del Código Estructural.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad de este mediante un adecuado curado según lo establecido en el artículo 52º del Código Estructural.

4.1.1.10 Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas.

En instalaciones enterradas bajo tubo, el tubo actuará como protección mecánica. Para ello se colocará una placa de polietileno de alta densidad o polipropileno.

Los elementos de protección tendrán una adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y un impacto de energía de 40 J.

4.1.1.11 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, colocada a una distancia mínima de 100 mm del suelo y a una distancia mínima de 300 mm de la parte superior del cable. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

4.1.1.12 Identificación

Los cables deberán llevar grabado de forma indeleble y fácilmente legible, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Referencia de fabricación del cable.
- Designación completa del cable.
- Dos últimas cifras del año de fabricación.
- Orden o lote de fabricación.

La separación máxima entre dos marcas consecutivas será de un metro.

En el marcado del cable deberán indicarse convenientemente las propiedades de comportamiento al fuego y obturación del conductor cuando proceda.

4.1.1.13 Cierre de zanjas

Para efectuar el cierre de zanjas, se rellenarán estas con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, empleando un rodillo vibratorio compactador manual hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 8021929
VISADO

En el caso de canalización bajo tubo sin hormigonar, las dos primeras tongadas se pasarán con el rodillo sin vibrar, vibrándose el resto.

Se procurará que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección (tubos o placas de polietileno) estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

A fin de lograr una buena compactación, no se realizará el cierre de la zanja en las 24 horas posteriores al hormigonado de estas ni se emplearán tierras excesivamente húmedas.

4.1.1.13.1 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de estos o el organismo afectado.

La reposición de capas asfálticas tendrá un espesor mínimo de 70 mm, salvo indicación expresa del organismo afectado.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc.

Como norma general, el desnivel entre el viejo y nuevo pavimento no será superior a 10 mm.

4.1.1.13.2 Ejecución de la arqueta de puesta a tierra

Las arquetas de puesta a tierra estarán formadas por un módulo prefabricado de 1840x1240x850 mm, dispondrán de suficientes taladros para realizar el conexionado de los tubos correspondientes y se taparán con una tapa normalizada de fundición dúctil que admita el tráfico rodado (D400), articulada y de apertura por medios manuales y con cerradura normalizada.

El bloque prefabricado dispondrá 4 taladros en cada una de sus caras verticales. Además, dispondrá de 1 taladro más en la cara frontal o posterior y 1 taladro de desagüe en una de las caras laterales.

En todo caso, los taladros no serán pasantes, a fin de abrirse únicamente los que se necesiten y sean más convenientes según el emplazamiento de la arqueta.

Se procurará, en la medida de lo posible, utilizar los pasamuros de una de las caras para pasar los 3 cables coaxiales de conexionado de pantallas.

Se dispondrá de 2 tubos a conectar desde la arqueta de puesta a tierra a la arqueta del propietario más próxima con objeto de realizar la interconexión de fibra óptica y alimentación de la caja de monitorización de descargas parciales cuando aplique.

En el suelo se ubicará una arqueta de drenaje de 200 x 200 mm. La arqueta será cubierta por

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929

una rejilla de tramex de adecuada resistencia mecánica, con alivio de hidrantes a través de una arqueta de drenaje rellena con grava de 40 de dimensiones 500x500x500 mm.

Se nivelará la superficie del terreno convenientemente, de tal forma que se proporcione a la arqueta de puesta a tierra pendiente del 2% para el desalojo de hidrantes. Se procurará, en la medida de lo posible, que la pendiente no sea descendiente en la dirección de la arqueta.

Si por circunstancias del terreno no se pudiera realizar arqueta de drenaje de la arqueta de puesta a tierra, se dispondrá de un tubo de desagüe, a través de los taladros ubicados a tal efecto, a conectar a la arqueta.

Una vez acondicionado el terreno convenientemente, se dispondrá de una capa de zahorra de 100 mm que servirá como asiento, con una holgura de al menos 100 mm por cada lado.

El bloque de la arqueta se colocará con la ayuda de una grúa adecuada, que se situará en un lugar que permita comodidad y seguridad en la colocación.

Las juntas de todos los tubos se sellarán con sikaflex o mortero sin retracción.

Se sellará el interior de todos los tubos con espuma de poliuretano de expansión, salvo el tubo de desagüe que proviene de la arqueta de puesta a tierra.

Todos los tubos de las entradas y salidas de la arqueta serán corrugados de diámetro exterior 125 mm.

El relleno se realizará tan pronto como sea posible y tras ubicar todas las piezas, siendo de aplicación los criterios descritos para las arquetas.

4.1.1.14 Ejecución de la puesta a tierra

Las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra según el esquema de conexión que se vaya a utilizar.

En los esquemas de conexión Solid Bonded, el extremo de la pantalla puesto a tierra a través de descargadores estará protegido y aislado con una cubierta no metálica para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión.

Las cajas de puesta a tierra se ubicarán en una arqueta de puesta a tierra de hormigón fabricada a tal efecto.

La caja se fijará por medio de tornillos a la base de la arqueta, sellando la parte superior perfectamente.

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.

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

Para la formación del electrodo enterrado de puesta a tierra se instalará un anillo difusor de 11x4 m con 4 picas en sus extremos de 2 m de longitud y 4 antenas horizontales de 5 m de longitud, en cuyos extremos se ubicarán 4 picas de 2 m de longitud. El anillo se dispondrá simétricamente alrededor de la arqueta con las 4 picas situadas en sus extremos.

Las antenas tomarán la dirección longitudinal de la línea y estarán unidas al anillo difusor en sus extremos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

Se empleará conductor de cobre desnudo de 185 mm^2 de sección en todos los elementos horizontales del electrodo.

Todas las picas estarán formadas por varilla de acero-cobre con un diámetro mínimo de 14 mm. Las uniones de todos los elementos enterrados se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

4.1.1.14.1 Ejecución de la arqueta de puesta a tierra

Las arquetas de puesta a tierra estarán formadas por un módulo prefabricado de 1840x1240x850 mm, dispondrán de suficientes taladros para realizar el conexionado de los tubos correspondientes y se taparán con una tapa normalizada de fundición dúctil que admita el tráfico rodado (D400), articulada y de apertura por medios manuales y con cerradura normalizada.

El bloque prefabricado dispondrá 4 taladros en cada una de sus caras verticales. Además, dispondrá de 1 taladro más en la cara frontal o posterior y 1 taladro de desagüe en una de las caras laterales.

En todo caso, los taladros no serán pasantes, a fin de abrirse únicamente los que se necesiten y sean más convenientes según el emplazamiento de la arqueta.

Se procurará, en la medida de lo posible, utilizar los pasamuros de una de las caras para pasar los 3 cables coaxiales de conexionado de pantallas.

Se dispondrá de 2 tubos a conectar desde la arqueta de puesta a tierra a la arqueta del propietario más próxima con objeto de realizar la interconexión de fibra óptica y alimentación de la caja de monitorización de descargas parciales cuando aplique.

En el suelo se ubicará una arqueta de drenaje de 200 x 200 mm. La arqueta será cubierta por una rejilla de tramex de adecuada resistencia mecánica, con alivio de hidrantes a través de una arqueta de drenaje rellena con grava de 40 de dimensiones 500x500x500 mm.

Se nivelará la superficie del terreno convenientemente, de tal forma que se proporcione a la arqueta de puesta a tierra pendiente del 2% para el desalojo de hidrantes. Se procurará, en la medida de lo posible, que la pendiente no sea descendiente en la dirección de la arqueta.

Si por circunstancias del terreno no se pudiera realizar arqueta de drenaje de la arqueta de puesta a tierra, se dispondrá de un tubo de desagüe, a través de los taladros ubicados a tal efecto, a conectar a la arqueta.

Una vez acondicionado el terreno convenientemente, se dispondrá de una capa de zahorra de 100 mm que servirá como asiento, con una holgura de al menos 100 mm por cada lado.

El bloque de la arqueta se colocará con la ayuda de una grúa adecuada, que se situará en un lugar que permita comodidad y seguridad en la colocación.

Las juntas de todos los tubos se sellarán con sikaflex o mortero sin retracción.

Se sellará el interior de todos los tubos con espuma de poliuretano de expansión, salvo el tubo de desagüe que proviene de la arqueta de puesta a tierra.

Todos los tubos de las entradas y salidas de la arqueta serán corrugados de diámetro exterior 125 mm.

El relleno se realizará tan pronto como sea posible y tras ubicar todas las piezas, siendo de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002193

aplicación los criterios descritos para las arquetas.

4.1.2 MATERIALES

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el presente Proyecto. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Los materiales empleados en la instalación serán suministrados por el contratista, siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

4.1.3 RECEPCIÓN EN OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones Técnicas y de los Pliegos de condiciones particulares. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. Así, 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 ITC-LAT 05.

4.1.4 CONDICIONES AMBIENTALES

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los siguientes requisitos medioambientales.

4.1.4.1 Condiciones generales

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de la propiedad en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizará asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

4.1.4.2 Atmósfera

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929
VISADO

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

4.1.4.2.1 Residuos

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizará de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

4.1.4.2.2 Inertes

Se establecerán zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán construir barreras provisionales que impidan su dispersión.

4.1.4.2.3 Derrames y vertidos

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia.

Se prohíbe el lavado de cubas de hormigón en obra.

En caso de derrame accidental por avería, incidente o mala ejecución, se tendrá en cuenta lo dispuesto en el apartado 4.1.4.1 y en el 4.1.4.2.1, en lo referente al transporte y gestión.

4.1.4.2.4 Conservación ambiental

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

4.1.4.3 Finalización de obra y restauración ambiental

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas o alteradas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

4.1.5 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Serán de aplicación todas las normas y reglamentación legal sobre Prevención de Riesgos Laborales referidas a su última edición.

Será de obligatorio cumplimiento el Estudio de Seguridad y Salud o, en su defecto, el Estudio Básico de Seguridad y Salud, cuando las condiciones permitan este último.

El Contratista estará obligado a elaborar y hacer cumplir el Plan de Seguridad de la ejecución de la obra acorde con la normativa vigente según RD 1627/97 y todas las actualizaciones que le afectan.

Se adoptarán las medidas de protección necesarias para las personas que trabajen o transiten por la zona de obras.

Todas las grúas que se utilicen dispondrán de limitadores de carga.

Como primera medida a tomar, se procurará ejecutar las obras con orden y limpieza, y se mantendrán en buen estado los accesos.

5 CONCLUSIÓN

El presente pliego de condiciones técnicas establece los criterios y requisitos necesarios para la correcta ejecución del proyecto de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda. Se han definido los objetivos específicos, el alcance, las especificaciones técnicas, los materiales a utilizar y los procedimientos de control de calidad que deben seguirse para asegurar que los resultados cumplan con los estándares esperados.

Madrid, julio de 2025
Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Francisco Luna Heredia
Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CONTENIDO

CAPÍTULO Nº1: MEMORIA 6
1 OBJETO 7
2 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS 7
2.1 PROMOTOR 7
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN 7
2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA 8
2.4 PRESUPUESTO 9
2.5 PLAZO DE EJECUCIÓN 9
2.6 PERSONAL PREVISTO 9
2.7 INTERFERENCIA Y SERVICIOS AFECTADOS 9
3 IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES 23
3.1 REPLANTEO 23
3.2 APERTURA DE CALLE Y PREPARACIÓN DEL TERRENO 25
3.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS 30
3.4 HORMIGONADO DE ARQUETAS 42
3.5 INSTALACIÓN DE RED DE CANALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA 47
3.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 50
3.7 INSTALACIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN 55
3.8 ACTUACIONES EN LA OBRA DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS 62
3.9 MAQUINARIA EN GENERAL 63
3.10 MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL 66
3.11 RETROEXCAVADORA (SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS) 71
3.12 PALA CARGADORA (SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS) 75
3.13 CAMIÓN DE TRANSPORTE 79
3.14 CAMIÓN GRÚA 80
3.15 GRÚA AUTOPROPULSADA 83
3.16 CAMIÓN HORMIGONERA 85
3.17 HORMIGONERA ELÉCTRICA O DE GASOLINA 86
3.18 VIBRADOR DE AGUJA 87
3.19 MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL 88
3.20 HERRAMIENTAS MANUALES 90
3.21 HERRAMIENTAS PUNZANTES 91
3.22 HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN 92
3.23 MOTOSIERRA Y DESBROZADORA 93
3.24 TALADRO PORTÁTIL 94
3.25 ANDAMIOS 95
3.26 ESCALERAS DE MANO 98

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002928

3.27 MANEJO DE CARGAS POR MEDIOS MANUALES 101
3.28 ACOPIOS DE TIERRAS Y ÁRIDOS 102
3.29 ACOPIOS DE TUBOS, MARCOS, ELEMENTOS PREFABRICADOS, BOBINAS DE CABLE, ETC. 103
3.30 ALMACENAMIENTO DE PINTURAS, COMBUSTIBLES, ETC. 104
4 FASES DE EJECUCIÓN EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA 105
4.1 TRABAJOS ELÉCTRICOS 105
4.2 TRABAJOS ELÉCTRICOS 110
4.3 TRABAJOS PRÓXIMOS A LÍNEAS ELÉCTRICAS 130
5 IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS 131
6 DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES 131
7 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS 131
8 EVACUACIÓN DE MATERIALES Y RESIDUOS 132
9 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 133
9.1 VIGILANCIA DE LA SALUD 133
9.2 BOTIQUINES 133
9.3 ASISTENCIA A ACCIDENTADOS: 134
9.4 DATOS DE INTERÉS 134
10 INSTALACIONES GENERALES DE HIGIENE Y BIENESTAR 134
10.1 DOTACIÓN DE ASEOS 135
10.2 DOTACION DE VESTUARIOS 135
11 FORMACIÓN 135
12 REUNIONES DE SEGURIDAD 136
13 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS 136
ANEJO 1. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS 138
1 INTRODUCCIÓN 139
2 SEVERIDAD DE UN RIESGO 139
3 EXPOSICIÓN A UN RIESGO 140
4 PROBABILIDAD UNITARIA DE UN RIESGO 140
5 GRADO DE PELIGROSIDAD Y PRIORIDAD DE SOLUCIONES 141
CAPÍTULO Nº2: PLIEGO 143
1 PRESCRIPCIONES DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS 144
1.1 REDES 144
1.2 PROTECCIÓN DE LA CABEZA 145
1.3 PROTECCIÓN DEL OÍDO 145
1.4 PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA 146
1.5 PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS 147
1.6 PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS 148

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 003928

1.7 PROTECCIÓN DE LOS PIES 149
1.8 PROTECCIÓN DEL CUERPO ENTERO 150
2 CARACTERÍSTICAS, UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE MÁQUINAS, MAQUINARIA - MEDIOS AUXILIARES Y SISTEMAS 151
2.1 MÁQUINAS 151
2.2 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES 152
3 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES 154
3.1 ORGANIGRAMA 154
3.2 CONTROL DE LOS TRABAJOS 156
3.3 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 158
3.4 LIBRO DE INCIDENCIAS 158
CAPÍTULO Nº3: PRESUPUESTO 159
1 PRESUPUESTO DETALLADO 160
1.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES 160
1.2 PROTECCIONES COLECTIVAS 161
1.3 PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS 162
1.4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 162
1.5 FORMACIÓN Y REUNIONES 162
2 RESUMEN DE PRESUPUESTO 163
CAPÍTULO Nº4: PLANOS 164

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

CAPÍTULO Nº1: MEMORIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud (E.S.S.), redactado en la fase de proyecto de las obras, tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la posterior ejecución de las obras correspondientes al proyecto de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este E.S.S.

2 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

2.1 PROMOTOR

El titular y a la vez promotor del proyecto de ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, es:

NENUFAR POWER, SL. con C.I.F. B-05327903 y domicilio social en Calle Orense 34, Torre Norte, Planta 10, 28020 Madrid (Madrid).

- Teléfono de Contacto: 910 88 63 20
- E-mail de Contacto: notificaciones@ricenergy.es

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN

La línea eléctrica objeto del presente Proyecto se ubica en la provincia de Valladolid, Comunidad Autónoma de Castilla y León.

La localización de la línea se refleja en los planos de situación PV0067ILE13F001GRa0 y PV0067ILE13F002GRa0 de emplazamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021829
VISADO

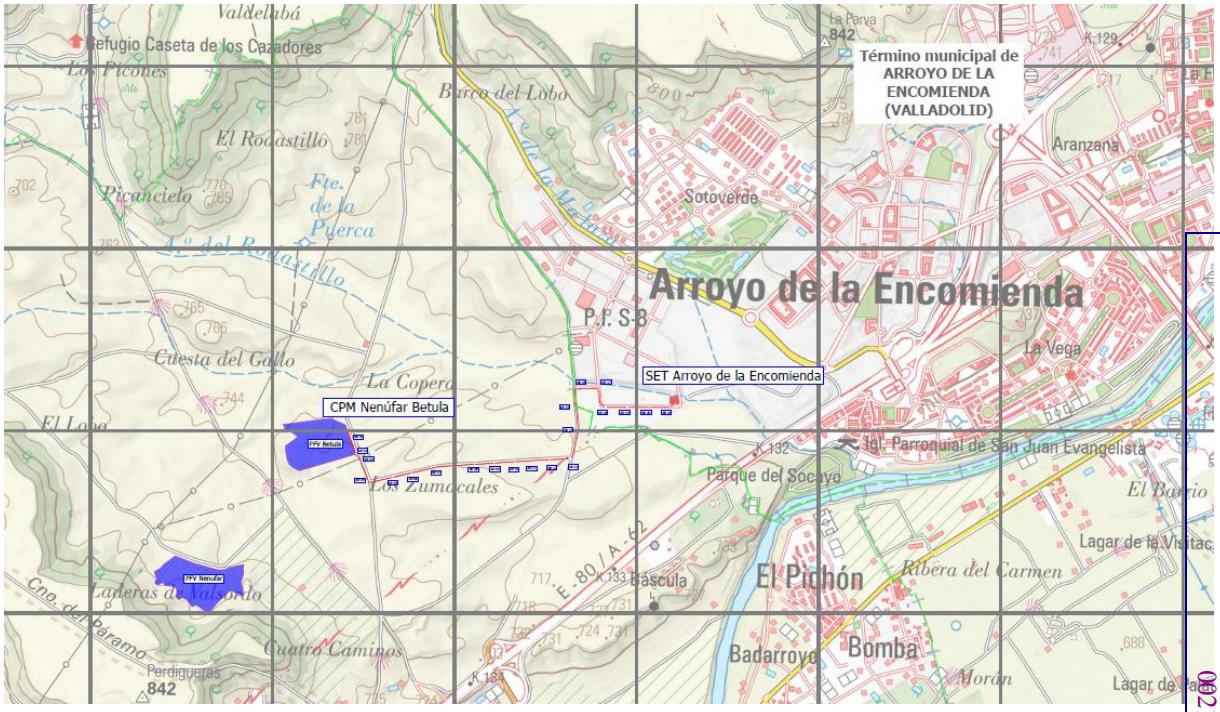


Ilustración 1. Situación de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

2.2.1 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Los terrenos donde se ubicará la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda se localizan en los términos municipales de:

- Simancas.
- Arroyo de la Encomienda.

Estos municipios están localizados en la provincia de Valladolid, correspondiente a la comunidad autónoma de Castilla y León.

2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Las características principales de los tramos son las siguientes:

Tabla 1. Características generales de la línea

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	13,2
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Categoría de la línea	3ª
Categoría de la red	A
Tipología de la línea	Subterránea
Inicio subterráneo	CPM Nenúfar Betula
Final subterráneo	SET Arroyo de la Encomienda
N.º de circuitos	2
N.º de conductores por fase	1

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.org/cvd
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja bajo tubo hormigonada
Tipo de cable subterráneo	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Potencia máxima admisible (MVA)	8,42
Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9) (MVA)	6,37
Tipo de cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Conexión de pantallas	Solid Bonding
Longitud subterránea (km)	2,43

2.4 PRESUPUESTO

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de **OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS (877.542,50 €).**

2.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 8 semanas, según se detalla en la planificación que se adjunta a continuación:

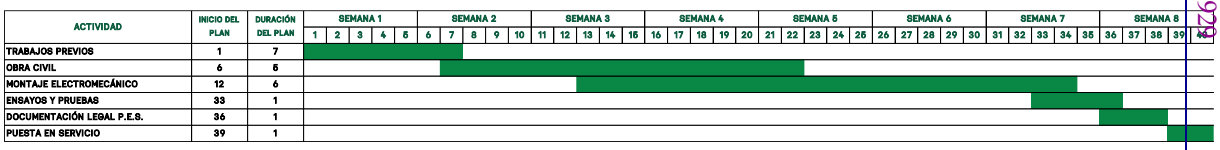


Ilustración 2. Cronograma ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

2.6 PERSONAL PREVISTO

Dadas las características de la obra, se prevé un número máximo en la misma de diez (10) operarios. Dicha asignación se ha hecho considerando el plan de obra, los equipos precisos en cada fase y el personal necesario en los distintos trabajos.

2.7 INTERFERENCIA Y SERVICIOS AFECTADOS

Durante el desarrollo de las obras se interfieren los siguientes servicios:

- Viales en las proximidades a la traza de la línea subterránea.
- Líneas eléctricas.
- Líneas telefónicas.
- Gasoductos.
- Arroyos.
- Redes de saneamiento.

Se prevé la interrupción del tráfico en algunos viales para la ejecución de las zanjas de la línea subterránea y durante las tareas de tendido de conductores y cables de telecomunicaciones.

Antes del inicio de las obras, se deberán establecer comunicaciones con las compañías de servicios afectados, a fin de delimitar con exactitud la posición de éstos, y evitar daños materiales y accidentes laborales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192
VISADO

Otras interferencias se derivan la salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas.

2.7.1 SERVICIOS AFECTADOS. CONDUCCIONES

2.7.1.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

En las obras de instalaciones en las que existe una parte importante de obra civil y en concreto durante la excavación de zanjas, la propia obra puede interferir con múltiples servicios, que pueden ser conocidos a priori, pero también pueden permanecer ocultos, incluso a pesar de tener noticias sobre su existencia

2.7.1.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 2. Conducciones. Análisis y evaluación de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas al mismo nivel	3	10	1	30/G2
Caída de objetos sobre los operarios por acopio junto al borde de la excavación	5	8	1	40/G3
Corrimientos de tierras	30	6	1	180/G4
Lumbalgias por sobreesfuerzo o posturas inadecuadas	4	5	1	20/G2
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, ...)	30	2	1	60/G3
Intoxicación por respirar gases (gaseoductos)	8	8	1	64/G3
Explosiones o incendios por rotura (gaseoductos)	30	4	1	120/G4

2.7.1.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

2.7.1.3.1 SERVICIOS AFECTADOS

Las actividades que pueden interferir con los citados servicios pueden ser todas las desarrolladas en la obra, pero presentan especial peligrosidad las de excavación, tanto de desmontes, en general, como las zanjas, pozos, galerías o túneles, a causa del frecuente desconocimiento exacto de la ubicación e incluso existencia de los servicios.

Antes de empezar a excavar, se deberán conocer los servicios públicos subterráneos que puedan atravesar la traza, tales como agua, gas, electricidad, saneamiento, etc. Conocidos estos servicios, es preciso conectar con los departamentos a los que pertenecen y proceder en consecuencia.

Los servicios afectados de cuya existencia tengamos noticias habrán de ser correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán las siguientes

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://www.coitim.es/validar/ con el código 0021929
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº

medidas preventivas, entre otras que puedan ser dispuestas en el plan de seguridad y salud y aceptadas por el coordinador y por el director de la obra.

2.7.1.3.2 CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS DE AGUA

- Cuando deban realizarse trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán las medidas precisas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio.
- En caso de no estar disponibles los planos de los servicios afectados, se solicitarán a los Organismos encargados, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción.
- Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad y adoptando las siguientes normas básicas:
- 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.
- Una vez descubierta la tubería, en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá dicha excavación y se apuntalará la tubería, a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria o herramientas.
- Se instalarán sistemas de señalización e iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera, a juicio de la jefatura de obra y del coordinador de seguridad y salud.
- Estará totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la Compañía Instaladora.
- No se almacenará ni adosará ningún tipo de material sobre la conducción.
- En casos de roturas o fugas en la canalización, se comunicará tal circunstancia, inmediatamente, a la compañía propietaria o instaladora y se paralizarán los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.
- Se tendrá especial cuidado de desalojar aquellos lugares que se vean amenazados por corrimientos de tierras o hundimientos inducidos por la presión o humedad derivadas de la fuga.
- Del mismo modo, se atenderán con celeridad las posibles afecciones a vías públicas o privadas derivadas del encharcamiento y/o hundimiento.

2.7.1.3.3 GASEODUCTOS Y OLEODUCTOS

- Cuando se realicen excavaciones sobre conducciones de gas, se tomarán precauciones especiales para no dañar la tubería y evitar los peligros del trabajo en presencia de gas. Estas precauciones serán contempladas en el plan de seguridad y salud y adoptadas durante la ejecución de la obra.
- Cuando se trate de conducciones principales de gas, petróleo o cualquier otro fluido, se dispondrá de una persona responsable de la empresa explotadora durante todos los trabajos que puedan afectar a la conducción.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.org/cvds
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 202993
VISADO

- Cuando se deba descubrir un tramo de gasoducto, oleoducto o, en general, una conducción de líquidos energéticos, se seguirán las normas siguientes:
- Se identificará el trazado de la tubería que se quiere excavar, a partir de los planos constructivos de la misma, localizando también en los planos disponibles las canalizaciones enterradas de otros servicios que puedan ser afectados.
- Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad; se actuará del mismo con las canalizaciones enterradas de otros servicios, indicando siempre el área de seguridad a adoptar.
- En el caso de conducciones enterradas a profundidades iguales o inferiores a 1,00 m, se empezará siempre haciendo catas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la tubería, en número que se estime necesario para asegurarse de su posición exacta. En casos de profundidades superiores a 1,00 m, se podrá empezar la excavación con máquina hasta llegar a 1,00 m sobre la tubería, procediéndose a continuación como se indica en el punto anterior.
- Se estará en contacto continuo con la compañía explotadora, a la cual habrán de solicitarse los protocolos previstos de actuación para el caso de rotura de la conducción.

2.7.1.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Entibación para zanjas.
- Oclusión de hueco horizontal por medio de una tapa de madera.
- Barandillas tubulares sobre pies derechos por hinca en terrenos.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.

2.7.1.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad de P.V.C. de mediacaña, con plantilla contra objetos punzantes.
- Botas impermeables de goma o material plástico sintético.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o material plástico sintético.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

2.7.2 TRABAJOS EN PROXIMIDADES DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

2.7.2.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Conjunto de trabajos de cualquier tipo que se deban desarrollar en la proximidad de líneas destinadas al transporte de energía eléctrica.

Se exponen a continuación las normas de actuación para minimizar los riesgos por si durante el plazo que transcurra hasta la ejecución de las obras se amplía la red eléctrica en la zona, o bien se realiza algún tipo de instalación para el suministro de energía a la propia obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

2.7.2.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 3. Trabajos en proximidades de líneas eléctricas. Análisis y evaluación de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligro.
Contactos eléctricos directos (exceso de confianza, empalmes peligrosos, puenteo de las protecciones eléctricas, trabajos en tensión, impericia)	12	7	1	84/G3
Contactos eléctricos indirectos	12	7	1	84/G3

2.7.2.3 NORMAS DE ACCIÓN PREVENTIVA

Se estará a lo dispuesto en el 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.

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

2.7.2.4 PREPARACIÓN DEL TRABAJO

- Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en la formativa de aplicación.
- De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:
- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.
- Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:
- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.
- Realización del trabajo.
- Cuando las medidas adoptadas en aplicación de lo dispuesto en el apartado anterior no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información indicadas en el apartado precedente, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.
- En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.
- Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.
- El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.
- Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.
- La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados.
- El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 008189
VISADO

- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las siguientes medidas preventivas:
- Replanteo real según los planos del trazado de la línea enterrada.
- Marcaje del eje del ancho de la excavación a realizar en la traza definida.
- Excavación a pico de un pozo de comprobación de la posición y profundidad de la línea eléctrica enterrada. El pico se sustituirá por una pala al descubrir la señalización de la línea.
- Hasta llegar a un metro por encima de la línea, pues se conoce su profundidad tras haber practicado y medido el pozo anterior, se puede excavar a máquina: retroexcavadora o martillo neumático.
- A partir del punto anterior la excavación se continuará a pico manual hasta encontrar la señalización.
- La excavación desde la señalización hasta la línea se realizará lenta y cuidadosamente a pala manual.
- Una vez descubierta la línea, se procederá a realizar el resto de los trabajos previstos procurando non alterar el aislamiento.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto anteriormente.
- A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:
- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

Se establece la siguiente distancia de seguridad de proximidad máxima alcanzable entorno a la línea eléctrica que interfiere en los trabajos:

Tabla 4. Distancias de seguridad

Potencia de la línea eléctrica	Distancia de seguridad horizontal	Distancia de seguridad vertical
Menores de 1000 v.	3 m + 50% del ancho entre cables	2 m + 50% del ancho entre cables
Entre 1000 v., y 66 KV.	5 m + 50% del ancho entre cables	3 m + 50% del ancho entre cables
Mayores de 66 KV.	5 m + 50% del ancho entre cables	4 m + 50% del ancho entre cables

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

Antes de comenzar los trabajos, el trabajador autorizado/cualificado hará que se balice la distancia de seguridad de la línea eléctrica por el siguiente procedimiento:

- Se marcarán mediante el uso de taquímetro, teodolito o un nivel, alineaciones perpendiculares a la línea eléctrica, a nivel del suelo; cada alineación estará a distancias entre 4 o 5 metros de separación de su contigua.
- Sobre cada alineación se marcará a cada lado de la línea la distancia de seguridad más el 50% del ancho del cableado del tendido eléctrico.
- Sobre los puntos así obtenidos, se levantarán los pies derechos de madera preferiblemente de una altura máxima de 3,50 a 4 m, en los que se habrá dibujado una franja de color blanco a una altura bajo la línea según sea la máxima de aproximación admisible en cada situación. Esta cota se marcará con los aparatos de topografía. Tendremos, por así decirlo, tres líneas de postes: dos de balizamiento a cada lado de la línea y los de la línea en sí.
- Si se tiene que pasar por debajo, se unirán las marcas entre sí, mediante una cuerda de banderolas de todas las formas posibles; es decir, formando cuadrados horizontales con sus diagonales. Como las distancias entre los postes de balizamiento (4 o 5 m) son pequeñas, obtendremos un entramado de balizamiento lo suficientemente visible, tanto para trabajar tangencialmente como para hacerlo bajo la línea. Entre los postes hincados se tensarán sogas con banderolas para balizamiento. Esta labor se realizará desde el lado de mayor seguridad eléctrica de la alineación.
- El ascenso y descenso a los postes para amarrar el entramado de cuerdas se realizará bien por pates incorporados, bien por escaleras de mano amarradas a éstos y dotadas de zapatas antideslizantes.
- Los pozos para ubicación de los postes se excavarán con sección de trapecio rectangular invertido; con el lado inclinado en dirección contraria a la posición de la línea.
- Los postes se situarán inclinados sobre este lado del trapecio descrito con anterioridad y se izarán empujándolos de frente, al mismo tiempo que su cabeza queda frenada por una cuerda de control hasta alcanzar la verticalidad; es decir, contactan con el lado vertical del trapecio rectangular invertido. La cuerda de control evitará el cabeceo y con ello la entrada del poste en el área de riesgo eléctrico.
- Todos los postes hincados quedarán acodalados en un mínimo de cuatro direcciones para garantizar la permanencia de su verticalidad al sufrir algún empuje accidental proveniente de la maquinaria o de la carga en suspensión.
- Se establecerá un puesto de vigilancia, control y coordinación de las maniobras para garantía del nivel de seguridad necesario para el montaje.
- El recorrido de giro del brazo de la grúa torre quedará limitado al recorrido acotado por la intersección de éste, con la distancia de seguridad marcada en planos.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.
- El trabajador autorizado/cualificado comprobará que las líneas cuyo desvío se ha previsto en el proyecto habrán cambiado de ubicación antes de ser necesario trabajar en su actual trazado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022928
VISADO

- Para evitar el riesgo eléctrico el trabajador autorizado/cualificado controlará que no se realicen en la obra ninguna de las maniobras con riesgo intolerable de electrocución, que se especifican a continuación de manera no exhaustiva:
- Cambio de posición de camiones al mismo tiempo que se utiliza el volquete.
- Aproximación al límite de seguridad de las cargas suspendidas a gancho de las grúas autopropulsadas.
- Cambios de posición de palas y retroexcavadoras con los cazos en alto.
- Como precaución adicional en presencia de líneas eléctricas, los cuelgues a gancho de grúa se efectuarán mediante el uso de eslingas aislantes de teflón y fibra de vidrio.

2.7.2.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad dieléctrico.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.

2.7.3 INTERFERENCIAS CON VÍAS DE SERVICIO

2.7.3.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Conjunto de trabajos de los que se derivan interferencias con la calzada en servicio por lo que han de disponerse medidas de balizamiento y señalización para el tráfico rodado, así como zonas de paso y barandillas o barreras precisas para los peatones.

Este tipo de interferencia es muy probable por incluirse dentro de este proyecto la ejecución de zanjas para canalizaciones eléctricas bajo calzadas, arcenes y aceras.

2.7.3.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 5. Interferencias con vías de servicio. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas al mismo nivel	3	10	1	30/G2
Alcance, golpes y atropellos por maquinaria en movimiento	10	8	0.5	40/G3
Accidentes de circulación	15	10	1	150/G4
Lumbalgias por sobreesfuerzo o posturas inadecuadas (retirada y disposición de elementos)	4	5	1	20/G2
Intoxicación por respirar vapores	8	8	1	64/G3
Heridas punzantes y/o cortes en manos y pies	4	10	1	40/G3
Ambiente pulvígeno	8	6	0.5	24/G2
Ruido	8	6	0.5	24/G2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

2.7.3.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

De acuerdo con el nivel de interferencia de los trabajos con la calzada en servicio, el plan de seguridad y salud definirá detalladamente las medidas de balizamiento y señalización para el tráfico rodado, así como las zonas de paso y barandillas o barreras precisas para los peatones.

2.7.3.3.1 Principios generales de la acción preventiva

Siempre en conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra.

- El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el artículo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
- Evitar los riesgos.
- 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.
- El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas.
- El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas, las cuales sólo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
- Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022029

2.7.3.4 MEDIDAS PARA DESVÍO DE CARRIL

Las desviaciones deberán proyectarse para que puedan ser recorridas a velocidades que no produzcan retenciones. Si la restricción a la libre circulación se realiza en sentido único alternativo, deberá siempre considerarse la longitud de las retenciones de vehículos, de forma que éstos no deban detenerse antes de la señalización y balizamiento previstos.

Será obligatorio el balizamiento con marcas viales provisionales, color naranja o amarillo, en caso de modificación de carriles. En zona lluviosa deberá reforzarse con elementos captafaros.

2.7.3.5 CORTE DE CARRIL

- En ningún caso se invadirá un carril de circulación, aunque sea para trabajos de poca duración, sin antes colocar la señalización adecuada.
- En carreteras con más de un carril asignado a un sentido de circulación, se evitará en lo posible el cierre de más de uno de ellos y siempre se empezará por cerrar el situado más a la izquierda según dicho sentido.
- Con ordenaciones de la circulación en sentido único alternativo, deberá siempre considerarse la longitud de las retenciones de vehículos, de forma que estos no se detengan antes de la señalización y balizamiento previstos.
- Ningún vehículo, maquinaria, útiles o materiales serán dejados en la calzada durante la suspensión de las obras.
- Normalmente, un trabajador con la bandera roja se colocará en el arcén adyacente al carril cuyo tráfico está controlado o en el carril cerrado al tráfico. A veces puede colocarse en el arcén opuesto a la sección cerrada. En ninguna circunstancia se colocará en el carril abierto al tráfico. Debe ser claramente visible al tráfico que está controlado desde una distancia de 150 m. Por esta razón debe permanecer sólo, no permitiendo nunca que un grupo de trabajadores se congregue a su alrededor.
- Para detener el tráfico, el trabajador con la bandera hará frente al mismo y extenderá la bandera horizontalmente a través del carril en una posición fija, de modo que la superficie completa de la bandera sea visible. Para requerir una mayor atención puede levantar el brazo libre, con la palma de la mano vuelta hacia el tráfico portando siempre en la otra mano el disco de “STOP” o “PROHIBIDO EL PASO”.
- Cuando se permita a los vehículos continuar en su marcha, el hombre se colocará paralelamente al movimiento de tráfico, con el brazo y la bandera mantenidas en posición baja, indicando el movimiento hacia delante con su brazo libre, no debe usarse la bandera roja para hacer la señal de que continúe el tráfico, se utilizará el disco azul de “PASO PERMITIDO”.

2.7.3.6 RETIRADA Y REPOSICIÓN DE ELEMENTOS

Al retirar la señalización vertical y los elementos de balizamiento, se procederá en el orden inverso al de su colocación, es decir, de la forma siguiente:

- Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras, cargándolas en un vehículo de obra, que estará estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal.
- Una vez retiradas estas señales, se procederá a retirar las de desviación del tráfico, con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

extremo del arcén o mediana, de forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas por un vehículo. Deberán tomarse las mismas precauciones que en el caso de la colocación de estas, permaneciendo siempre el operario en la parte de la calzada aislada al tráfico.

- Siempre en la ejecución de una operación hubiera que ocupar parcialmente el carril de marcha normal, se colocará previamente la señalización prevista en el caso de trabajos en este carril ocupándolo en su totalidad, evitando dejar libre al tráfico un carril de anchura superior a las que establezcan las marcas viales, ya que podría inducir a algunos usuarios a eventuales maniobras de adelantamiento.
- Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que pudieran representar algún peligro para el tráfico.
- Se señalizarán suficientemente la presencia de todo el personal que esté operando, evitándose la presencia en su área de influencia de personas ajenas a esta operación.
- Para eliminar las marcas viales de la calzada se seguirán las mismas precauciones y procedimientos que para el premarcaje y pintado de las marcas viales provisionales, es decir:
- Los operarios que componen los equipos deben de ser especialistas y conocedores de los procedimientos, por el riesgo de trabajos con tráfico de vehículos.
- Para realizar el premarcaje y pintado de la carretera se utilizarán monos de color blanco o amarillo con elementos reflectantes. Se utilizarán mascarillas para afecciones por los vapores de la pintura.
- En el caso de producirse interferencia con el tráfico, no se empezarán los trabajos sin haber estudiado la señalización adecuada a utilizar y sin que se haya producido la colocación correcta de la misma.
- La pintura debe estar envasada. Para su consumo se trasvasará al depósito de la máquina, con protección respiratoria. Sólo se tendrán en el camión las latas para la consumición del día.
- Se evitará fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y el extendido de las mismas.
- Se prohibirá realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

2.7.3.7 MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN OBLIGATORIAS

- No se utilizarán señales que contengan mensajes escritos del tipo "PELIGRO OBRAS", "DESVIO A 250 M" o "TRAMO EN OBRAS, DISCULPE LAS MOLESTIAS". Se procederá siempre a colocar la señalización reglamentaria que indique cada situación concreta y así definida, ya en el proyecto, ya en el plan de seguridad y salud. Las señales con mensajes como los indicados anteriormente serán sustituidas por las señales de peligro (TP-18) y de indicación (TS-60, TS-61 o TS-62).
- Las zonas de trabajo deberán siempre quedar delimitadas en toda su longitud y anchura mediante conos situados a no más de 5 ó 10 m de distancia uno de otro, según los casos. los extremos de dichas zonas deberán, a su vez, señalarse con paneles direccionales reglamentarios, situados como barreras en la parte de calzada ocupada por las obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021989

- Cuando sea necesario limitar la velocidad, es conveniente completar la señalización con otros medios, como puede ser el estrechamiento de los carriles o realizar con el debido balizamiento, sinuosidades en el trazado u otros medios. Solamente en casos excepcionales se utilizarán resaltos transversales para limitar la velocidad, colocando la señal indicativa de dicho peligro. La limitación progresiva de la velocidad se hará en escalones máximos de 30 Km/h desde la velocidad normal permitida hasta la máxima autorizada por las obras.
- Los paneles direccionales TB-1, TB-2, TB-3 y TB-4 se colocarán perpendiculares a la visual del conductor y nunca sesgados respecto de su trayectoria. Si la situación hiciera necesario mantener dichos paneles direccionales en horas nocturnas o de reducida visibilidad (niebla, lluvia intensa o por estar en un túnel) se complementarán con luminosos intermitentes situados sobre la esquina superior del panel más próximo a la circulación.
- Se considerará la conveniencia de establecer barreras de seguridad en el borde longitudinal de la zona de obras, en función de la gravedad de las consecuencias de la invasión de ésta por algún vehículo, especialmente si la IMD rebasase los 7.000 vehículos.
- Todos los operarios que realicen trabajos próximos a carreteras con circulación, deberán llevar en todo momento un chaleco de color claro, amarillo o naranja, provisto de tiras de tejido reflectante, de modo que puedan ser percibidos a distancia lo más claramente posible ante cualquier situación atmosférica. Si fuera necesario llevarán una bandera roja para resaltar su presencia y avisar a los conductores.
- Cuando un vehículo o maquinaria de la obra se encuentre parado en la zona de trabajo, cualquier operación de entrada o salida de trabajadores, carga o descarga de materiales, apertura de portezuelas, maniobras de vehículos y maquinaria, volcado de cajas basculantes, etc., deberá realizarse exclusivamente en el interior de la demarcación de la zona de trabajo, evitando toda posible ocupación de la parte de la calzada abierta al tráfico.
- No se realizarán maniobras de retroceso, si no es en el interior de las zonas de trabajo debidamente señalizadas y delimitadas. Estas maniobras se realizarán siempre con la ayuda de un trabajador que, además de estar provisto de chaleco con cintas reflectantes, utilizará una bandera roja para indicar anticipadamente la maniobra a los vehículos que se acerquen.
- Todas las maniobras citadas anteriormente que requieran señalización manual deberán realizarse a una distancia de, por lo menos, 100 m de la zona en la que se realiza la maniobra, que puede complementarse con otros señalistas que, provistos de chaleco con cintas reflectantes y bandera roja, se situarán en todos los puntos donde puedan surgir interferencias entre los vehículos que circulan por la parte de la calzada abierta al tráfico y el equipo de construcción.
- Personal formado y adecuadamente preparado para estas misiones controlará la posición de las señales, realizando su debida colocación en posición cuando las mismas resulten abatidas o desplazadas por la acción del viento o de los vehículos que circulan. En la colocación de las señales que advierten la proximidad de un tramo en obras o zona donde deba desviarse el tráfico, se empezará con aquellas que tengan que ir situadas en el punto más alejado del emplazamiento de dicha zona y se irá avanzando progresivamente según el sentido de marcha del tráfico. Cuando dicha zona sea el carril

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00129

de marcha normal, el vehículo con las señales avanzará por el arcén derecho y se irá colocando la señalización según la secuencia del tramo en obras.

- Al colocar las señales de limitación de la zona de obras, tales como conos, paneles y otras, el operario deberá proceder de forma que permanezca siempre en el interior de la zona delimitada.
- Al retirar la señalización, se procederá en el orden inverso al de su colocación. Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras, cargándolas en el vehículo de obras que estará estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal. Una vez retiradas estas señales, se procederá a retirar las de desviación del tráfico (sentido obligatorio, paneles direccionales, señales indicativas de desvío, etc.), con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas posteriormente por un vehículo. Deberán tomarse las mismas precauciones que en el caso anterior, permaneciendo el operario siempre en la parte de la calzada aislada del tráfico.
- El personal que esté encargado de realizar trabajos topográficos próximos a vías con circulación utilizará siempre chalecos reflectantes y se dispondrá señalización que informe de su presencia en la calzada.
- En un mismo poste no podrán ponerse más de una señal reglamentaria. Como excepción las señales combinadas de “dirección prohibida” y “dirección obligatoria” podrán situarse en un mismo poste y a la misma altura.
- Si la situación de las obras coincide en el trazado de una curva, deberá situarse la señalización con la debida antelación, de forma que permita a los conductores reducir su velocidad e informarse sobre la situación en cada caso concreto. Cuando sea necesario colocar la señal de “adelantamiento prohibido” (TR-305), se situará también en el arcén derecho e izquierdo y no solamente en el derecho.

2.7.3.8 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandillas tubulares sobre pies derechos por hinca en terrenos.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.

2.7.3.9 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Protección auditiva.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

3 IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

3.1 REPLANTEO

3.1.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Los equipos de topografía definen por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra los trabajos de replanteo se realizan desde el principio de las obras hasta su finalización.

3.1.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1.627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 6. Replanteo. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas de personas a distinto nivel	15	8	1	120/G4
Caídas de escombros y/o herramientas sobre los trabajadores	5	8	1	40/G3
Heridas punzantes y/o cortes en las manos y pies	4	10	1	40/G3
Lumbalgias por sobreesfuerzos o posturas inadecuadas	4	5	1	20/G2
Desprendimientos de tierras y/o rocas	15	8	1	120/G4
Atropello o golpes por vehículos	8	6	0.5	24/G2
Ambiente pulvígeno	8	6	0.5	24/G2

3.1.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

Los trabajos de replanteo han sido múltiples veces excluidos de los estudios y planes de seguridad y salud de las obras, lo que resulta improcedente, dado que son fuente de numerosos accidentes de gravedad variable.

Los equipos de replanteo han de observar una serie de normas generales como son:

- El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos.
- 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

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

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.
- 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 antiproyecciones 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 directos 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.
- El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario, que vendrá obligado a circular de forma ordenada por los viales de obra. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de las personas de la obra.
- 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.

3.1.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandillas tubulares sobre pies derechos por hinca en terrenos.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.

3.1.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Arnés de seguridad.
- Botas de seguridad de P.V.C. de mediacaña, con plantilla contra objetos punzantes.
- Casco de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

- Guantes de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

3.2 APERTURA DE CALLE Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

3.2.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Actuación de tala, desbroce, saneo y limpieza de la capa superficial del terreno mediante una combinación de actividades destinadas a dejarlo expedito para facilitar las tareas de excavación de zanja, en la que una serie de aparatos y máquinas llevan todo el peso del trabajo, quedando la acción del hombre al control de dichos equipos y a las labores previas de tala, saneo y dirección de las maniobras.

3.2.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 7. Apertura de calle y preparación del terreno. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caída de operarios a distinto nivel al ascender o descender de la maquinaria utilizada	6	6	1	36/G3
Caída de operarios a distinto nivel en general	8	4	1	32/G3
Caída de operarios al mismo nivel al desplazarse por la obra	3	10	1	30/G2
Caída de árboles, objetos o herramientas sobre los operarios	3	10	1	30/G2
Desprendimientos de tierras	30	6	0.5	90/G3
Caída de los materiales de desecho transportados por la maquinaria de obra	5	6	1	30/G2
Hundimientos de terrenos	30	3	0.5	45/G3
Atrapamientos con elementos móviles de la maquinaria utilizada	8	6	1	48/G3
Vuelcos de maquinaria y/o camiones	10	10	0.5	50/G3
Golpes o atrapamientos por puestas en marcha involuntaria de vehículos o maquinaria	15	6	0.5	45/G3
Lesiones y cortes en las manos/pies	3	10	1	30/G2
Cuerpos extraños en los ojos, proyección de partículas	3	10	1	30/G2
Proyección de partículas por rotura de piezas o mecanismos de la maquinaria	3	6	1	18/G2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Golpe de látigo por rotura del cable de la maquinaria	5	4	1	20/G2
Atrapamientos	5	4	1	20/G2
Lumbalgias por sobreesfuerzos o posturas inadecuadas	4	4	1	16/G2
Lesiones osteorticulares por exposición a vibraciones	4	4	1	16
Contactos eléctricos directos de la maquinaria con líneas eléctricas en tensión	30	4	0.5	60/G3
Contactos eléctricos indirectos con masas de máquinas eléctricas	12	3	0.5	30/G2
Alcance, golpes y atropellos por la maquinaria en movimiento o por camiones	10	8	0.5	40/G3
Contaminación acústica	8	6	0.5	24/G2
Ambiente pulvígeno	8	6	0.5	24/G2
Incendios	15	2.5	1	37.5/G3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.2.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

3.2.3.1 TALA Y DESBROCE MANUAL

- En los cortes de profundidad superior a 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando al pie de estos, se mantendrá uno de retén en el exterior, el cual podría simultanear su actuación de vigilancia con la de ayudante en el trabajo, dando la alarma caso de producirse alguna emergencia.
- Los huecos horizontales que puedan aparecer en el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones sean suficientes para permitir la caída de un trabajador, se taparán al nivel de la cota de trabajo.
- Siempre que la posibilidad de caída de altura de un operario sea superior a 3 m, este utilizará cinturón de sujeción amarrado a punto sólido.
- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.
- Se procurará no rebasar nunca el máximo de carga manual transportada por un sólo operario, por encima de 25 kg.
- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la superficie a desbrozar, así como las zonas de paso de vehículos rodados.
- Se procederá al atirantado de aquellos árboles de gran porte o apuntalados y reforzados los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable. Especialmente se reforzará esta medida si la situación se produce por interrupción del trabajo al finalizar la jornada.

- La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas industriales de proceso próximas al solar a desbrozar, se pondrán en de la Dirección Facultativa de la obra.

3.2.3.2 DESBROCE MECÁNICO

3.2.3.2.1 MEDIDAS PREVENTIVAS ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos de terreno.
- Los operarios de la maquinaria empleada en las tareas de desbroce estarán habilitados por escrito para ello y conocerán las reglas y recomendaciones que viene especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina.
- Dichos operarios se asegurarán de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para realizar los trabajos.
- Antes de poner en marcha el aparato el trabajador realizará una serie de controles, de acuerdo con el manual del fabricante, tales como:
- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y las luces de stop.
- Todos los dispositivos de seguridad de las máquinas utilizadas en el desbroce deben estar en su sitio y en perfectas condiciones de eficacia preventiva.
- Se comprobarán los niveles de agua y aceite.
- Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina el operador deberá especialmente:
- Comprobar que ninguna persona se encuentre en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor.
- Quedarse sentado al conducir.
- Verificar que las condiciones de los controles son normales.
- Antes de iniciar el desbroce se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las Compañías suministradoras. Se obturará el alcantarillado y se comprobará si se han vaciado todos los depósitos y tuberías de antiguas construcciones.
- Cuando sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de las zonas de desbroce se instalarán en el solar vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 metros con puntos de luz portátil y grado de protección conforme a la norma UNE 20.324. En general dichas vallas o palenques acotarán como mínimo 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029929

- Se adoptarán medidas para proteger y conservar elementos pertenecientes a los servicios públicos, como bocas de riego, farolas, alcantarillado, etc.
- Se dejarán previstas tomas de agua para el riego con el fin de evitar la formación de polvo durante los trabajos.
- Se establecerá un sistema de drenaje provisional para impedir la acumulación de aguas superficiales que puedan perjudicar a los terrenos, locales o cimentaciones de fincas colindantes.

3.2.3.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

- No se realizarán acopios de tierras o de materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán en la medida de lo posible, al igual que la superficie de las zonas desbrozadas.
- En los cortes superiores a 1.30 m, y siempre que haya operarios trabajando al pie de estos, se mantendrá un trabajador de retén en el exterior, el cual podrá simultanear su actuación de vigilancia con la del ayudante en el trabajo, dando la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Los huecos horizontales que puedan quedar al descubierto sobre el terreno a causa de los trabajos y cuyas dimensiones puedan permitir la caída de personas en su interior serán condenados al nivel de la cota de trabajo.
- Se utilizará cinturón de sujeción amarrado a un punto sólido siempre que exista la posibilidad de caída de altura de operarios que realicen tareas esporádicas a más de 3 metros.
- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto en cuanto no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos.
- Se atirantarán aquellos árboles de gran porte o apuntalados y se reforzarán aquellos elementos verticales o masas rocosas que eventualmente y durante una parte de la operación de saneo y retirada amenacen equilibrio inestable. Esta medida se reforzará al final de la jornada.
- Se procurará no rebasar nunca el máximo de carga manual transportada por un operario, siendo ésta 25 kg según Convenio de la OIT.
- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la superficie a desbrozar, así como la zona de paso de los vehículos rodados.
- La maquinaria utilizada para los trabajos de desbroce estará asentada sobre superficies de trabajo suficientemente sólidas, capaz de soportar sobradamente los pesos propios y las cargas dinámicas añadidas por efecto de las tareas de demolición. Los estabilizadores y elementos de lastrado y asentamiento estable de la maquinaria estarán emplazados en los lugares previstos por sus respectivos fabricantes.
- La circulación en las inmediaciones de zanjas, taludes o escalones se realizará a una distancia superior o como mínimo igual a la profundidad de la posible zona de vuelco o caída.
- Las pendientes y las crestas de los taludes estarán limpias y despejadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

- El camión se colocará paralelo a la pala cargadora.
- Se trabajará, siempre que sea posible, con viento posterior para evitar que el polvo impida ver o reduzca la visibilidad del operario.
- Siempre que sea posible se colocará el equipo sobre una superficie llana, preparada y despejada, situada lo suficientemente lejos de las zonas de riesgo de derrumbamiento. Cuando el suelo esté en pendiente, se frenará la máquina y se trabajará con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente, se orientará el brazo hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
- Para la extracción, se trabajará de cara a la pendiente. Al parar, se orientará el equipo hacia la parte alta de la pendiente y se apoyará en el suelo.
- Una pendiente se baja con la misma velocidad que se sube. No se podrá bajar una pendiente con el motor parado o en punto muerto. Siempre se bajará con una marcha puesta.
- En caso de que existan en las proximidades tendidos eléctricos con hilos desnudos se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones, adoptando una de ellas:
- Retirada de la línea o conversión en subterránea.
- Aislamiento de los conductores de la línea. (La adopción de estas dos medidas estará condicionada por la autorización de la Compañía propietaria de la línea, quien además se encargará de llevarla a cabo.).
- Guardar una distancia de seguridad, la cual, si bien puede variar en función del voltaje de la línea que afecte, en ningún caso debe ser inferior a 6 metros. Para ello, y con objeto de evitar cualquier descuido, es preferible disponer de dispositivos de seguridad, apantallamientos o interposición de obstáculos que impidan todo acercamiento peligroso y, por tanto, contactos accidentales o descargas por arco voltaico.
- El frente de la excavación realizado mecánicamente no sobrepasará en más de un metro la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desprendimiento.
- El frente y paramentos verticales de una excavación serán inspeccionados por el encargado siempre al iniciar o abandonar los trabajos, señalando los puntos que deben tocarse antes del inicio o cese de las tareas.
- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación, considerándose como norma general un mínimo de 2 metros.
- No se ejecutarán trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafos, etc., si su estabilidad no queda garantizada antes del inicio de las tareas.
- Se eliminarán los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado en el terreno.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

- Se utilizarán testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que supongan el riesgo de desprendimientos.
- Se evitarán en lo posible los barrizales, en prevención de accidentes.
- Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el encargado o persona autorizada.
- Se comprobará antes de iniciar su turno o jornada de trabajo el buen funcionamiento de todos los dispositivos de seguridad.
- Estará terminantemente prohibido utilizar la contramarcha para el frenado de la maniobra.
- El operador no abandonará el puesto de mando mientras tenga la máquina una carga suspendida.
- Los mandos se manejarán teniendo en cuenta el efecto de la inercia, intentando evitar que los movimientos de elevación, traslación y giro cesen con sacudidas.
- Los interruptores o mandos no se podrán sujetar con cuñas o ataduras.
- Se evitará el vuelco de equipos o cargas suspendidas por encima de las personas.
- Estará totalmente prohibido subir personas a la cabina, al igual que hacer pruebas de sobrecarga a base de personas.
- La máquina no podrá extraer elementos empotrados ni realizar tiros sesgados que comprometan su equilibrio.

3.2.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Valla metálica autónoma para contención de peatones.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

3.2.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad de PVC, de mediacaña, con plantilla contra objetos punzantes.
- Botas impermeables de goma o material plástico sintético.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable de material plástico o sintético.
- Traje anticorte para manejo de motosierra.

3.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.3.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajadores asignados a estas tareas realizan ayudados por una serie de aparatos o maquinas que llevan todo el peso del trabajo la operación de excavación del terreno por debajo de la cota de la rasante.

Dichos trabajadores controlaran dichos equipos y las labores accesorias de saneo y dirección de las maniobras.

Se utilizan retroexcavadoras, palas y demás maquinaria para el movimiento de tierras, además de martillos picadores y demás elementos o materiales necesarios en terrenos duros.

3.3.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 8. Movimiento de tierras. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas de operarios al subir o bajar de la máquina	6	6	1	36/G3
Caídas de operarios desde el borde de la excavación	12	10	1	120/G4
Caídas de operarios al mismo nivel al desplazarse por la obra	3	1	1	30/G2
Desprendimientos de tierras y/o rocas por uso de maquinaria	15	8	1	120/G4
Desprendimientos de tierras y/o rocas por sobrecarga de los bordes de excavación	15	8	1	120/G4
Desprendimientos de tierra y/o rocas por no emplear el talud adecuado para garantizar la estabilidad	15	8	1	120/G4
Desprendimientos de tierras y/o rocas por variación de la humedad del terreno	15	5	1	75/G3
Desprendimiento de tierras y/o rocas por soportes próximos al borde de la excavación (torres eléctricas, árboles con raíces al descubierto o desplomados, etc.)	15	8	1	120/G4
Desprendimientos de tierras y/o rocas por fallo de las entibaciones	15	8	1	120/G4
Caída de maquinaria para el movimiento de tierra al fondo de la instalación	20	10	1	200/G4
Caída de materiales transportados por máquinas o camiones	5	6	1	30/G2
Caída de otros objetos sobre los operarios	15	3	1	45/G3
Choques o golpes contra objetos	6	8	1	48/G3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Cortes y/o lesiones en manos/pies	3	10	1	30/G2
Cuerpos extraños en los ojos	3	10	1	30/G2
Sobreesfuerzos	4	5	1	20/G3
Lesiones osteoarticulares por vibraciones	4	5	1	20/G3
Atrapamientos por ausencia de resguardos en los elementos móviles de la máquina	10	6	1	60/G3
Alcance, golpes y atropellos por la maquinaria en movimiento o por camiones	10	8	0.5	40/G3
Colisiones, vuelcos por maniobras erróneas de la maquinaria para el movimiento de tierras	12	6	1	72/G3
Contactos directos con la energía eléctrica (trabajos próximos a torres o asimilables)	30	4	0.5	60/G3
Contactos eléctricos indirectos con masas de las maquinas eléctricas	12	3	0.5	30/G2
Interferencias con conducciones enterradas	30	4	0.5	60/G3
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas	30	2	1	60/G3
Explosiones o incendios por rotura durante la excavación de algún servicio público existente en el solar	30	4	1	120/G4
Explosiones o incendios por rotura durante los trabajos de mantenimiento	12	5	1	60/G3
Explosiones o incendios por almacenamiento incorrecto de combustible, grasas y aceite usado por la maquinaria	15	5	1	75/G3
Ruido ambiental y puntual	8	6	0.5	24/G2
Polvo ambiental	8	6	0.5	24/G2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192
VISADO

3.3.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

3.3.3.1 EXCAVACIONES MANUALES

3.3.3.1.1 MEDIDAS PREVENTIVAS ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS

- La zona de trabajo estará rodeada de una valla o verja de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde de la excavación no menor de 1,50 m.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.
- Cuando se tengan que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y batiéndolos en última instancia.

- Los pozos junto a cimentaciones próximas y de profundidad mayor que ésta, se excavarán con las siguientes precauciones:
- Reduciendo cuando se pueda, la presión de la cimentación próxima sobre el terreno mediante apeos.
- Realizando los trabajos de excavación y consolidación en el mínimo tiempo posible.
- Dejando como máximo media cara vista de zapata pero entibada.
- Los lentejones de roca que traspasen los límites de la excavación, no se quitarán ni descalzarán sin previa autorización de la Dirección Técnica de la obra.

3.3.3.1.2 DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Normas de carácter general

- Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud adecuada a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.
- Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales, deberán ser entibadas sus paredes a una profundidad igual o superiores a 1,30 m.
- En cortes de profundidad mayor de 1,30 m las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo 20 centímetros el nivel superior del terreno y 75 centímetros en el borde superior de laderas.
- Se evitará golpear la entibación durante las operaciones de excavación. Los codales, o elementos de esta, no se utilizarán para el ascenso o el descenso, ni se utilizarán para la suspensión de conducciones o apoyo de cargas.
- No deben retirarse las medidas de protección de una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30 m bajo el nivel del terreno.
- En excavaciones de profundidad superior a 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno siempre de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Las zanjas superiores a 1,30 m de profundidad estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte. Disponiendo de una escalera por cada 30 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriostrada.
- El acopio de materiales y las tierras extraídas en desmontes con cortes de profundidad superior a 1,30 m, se dispondrá a distancia no menor de 2 m del borde de corte. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas, se desinfectarán, en la medida de lo posible, así como la superficie de las zonas desbrozadas.
- Los huecos horizontales que puedan aparecer en el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones sean suficientes para permitir la caída de un trabajador, deberán ser tapados al nivel de la cota de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022928

- Siempre que la posibilidad de caída de altura de un operario sea superior a 3 m, este utilizará cinturón de sujeción amarrado a punto sólido.
- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostramiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.
- Se procurará no rebasar nunca el máximo de carga manual transportada por un sólo operario, por encima de 25 kg.
- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la superficie a desbrozar, así como las zonas de paso de vehículos rodados.
- Se procederá al atirantado de aquellos árboles de gran porte o apuntalados y reforzados los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable. Especialmente se reforzará esta medida si la situación se produce por interrupción del trabajo al finalizar la jornada.

3.3.3.2 EXCAVACIONES MECÁNICAS A CIELO ABIERTO

3.3.3.2.1 ANTES DEL COMIENZO DE LOS TRABAJOS ES PRECISO CONOCER COMO MÍNIMO

- Características del terreno en relación con los trabajos que se van a desarrollar.
- Proximidad de edificaciones y características de sus cimentaciones, así como posibles sobrecargas en las proximidades de las paredes de la excavación.
- Existencia de fuentes de vibraciones (carreteras, fábricas, etc.).
- Existencia y/o proximidad a instalaciones de agua, gas, electricidad y alcantarillado.
- Dada la naturaleza de estos trabajos estará al frente de ellos un técnico responsable.
- Se limitará mediante balizas la zona de trabajo y señalizará la zona de paso de peatones.
- Cuando sea necesario derribar árboles se acotará la zona y se cortarán por su base, atirantándolos previamente y abatiéndolos a continuación.
- Se adoptarán medidas para proteger y conservar elementos pertenecientes a los servicios públicos, como bocas de riego, farolas, alcantarillado, etc.
- Se tomarán todas las medidas necesarias para que la maquinaria empleada en la obra guarde la distancia de seguridad establecida respecto a los cables eléctricos que puedan existir en las inmediaciones de la excavación.
- Antes de poner en marcha la maquinaria necesaria el operador realizará una serie de controles:
- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de enlace en los casos que proceda.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y las luces de stop.
- Se comprobarán los niveles de agua y aceite.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Se limpiará el limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina. Asimismo, se eliminará todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- No se podrán dejar trapos en el comportamiento del motor.
- El puesto de conducción estará limpio, sin restos de aceite, grasa o barro del suelo de las zonas de acceso a la cabina y de los agarraderos.
- No se dejarán en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos como herramientas, trapos, etc. Para ello se utilizará la caja de herramientas.
- Se comprobará la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.
- Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina el operador deberá especialmente:
- Comprobar que ninguna persona se encuentre en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor.
- Quedarse sentado al conducir.
- En un lugar despejado y seguro se verificará el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o, maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.

3.3.3.2.2 MEDIDAS A APLICAR DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos de terreno.
- Se prohíbe el acopio de tierras o de materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de una excavación, considerándose como norma general un mínimo de 2 metros.
- Se eliminarán los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado en el terreno.
- Se acotará el entorno y se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción de del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos según la naturaleza del terreno y condiciones de este, así como la neutralización de los trabajos.
- No se acumulará terreno de excavación ni otros materiales junto al borde de vaciado, debiendo existir una distancia como mínimo igual a dos veces la profundidad del vaciado en ese borde.
- Las máquinas de excavación estarán provistas de pórtico de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- No se circulará por pendientes superiores al 20 % para equipos de tracción sobre ruedas y del 50 % para equipos de tracción mediante orugas. En todo caso se cumplirán las especificaciones dadas por el fabricante para las condiciones de trabajo.
- La máquina se situará sobre plataformas horizontales previo a la ejecución de las excavaciones.

3.3.3.3 EXCAVACIÓN Y TIERRAS POR PROCEDIMIENTOS NEUMÁTICOS

- Antes de iniciar los trabajos los tajos serán inspeccionados por la persona designada, que dará la orden de comienzo.
- Los tajos con riesgo de caída desde altura se ejecutarán sujeto con el cinturón de seguridad a un punto firme y sólido del terreno.
- Se prohíben los trabajos en torno a un martillo neumático en funcionamiento a distancias inferiores a 5 metros.
- Se prohíbe situar obreros en cortas inferiores bajo un martillo neumático en funcionamiento, en prevención de accidentes por desprendimiento. En caso de que sea necesario realizar estas tareas, se instalará una visera protectora.
- Se eliminarán los árboles ubicados al borde de taludes que deban soportar vibraciones de martillos neumáticos, previniendo así accidentes por vuelco de troncos.
- Los empalmes y las mangueras de presión de los martillos neumáticos se revisarán al inicio de cada periodo de rompimiento, sustituyendo aquellos defectuosos o deteriorados.
- Se procurará que los taladros se efectúen a sotavento para evitar la acumulación de polvo en el ambiente.
- Es imprescindible controlar el estado de los punteros o barras taladradoras, la duración y comportamiento de las cabezas de los taladros y que el cabezal de las barras sea el requerido por el fabricante para el martillo a utilizar y su fijación correcta.
- El personal que va a utilizar los martillos conocerá el perfecto funcionamiento de la herramienta, la correcta ejecución del trabajo y los riesgos propios de la máquina.
- Se recomienda no apoyar el peso del cuerpo sobre los controles o las culatas, evitando así una transmisión excesiva de vibraciones al cuerpo del operario.
- Se prohíbe dejar el puntero hincado al interrumpir el trabajo.
- Se prohíbe abandonar el martillo o taladro manteniendo conectado el circuito de presión.
- El personal que maneje martillos neumáticos en ambientes pulverulentos será objeto de atención especial en lo referente a las vías respiratorias en las revisiones médica.
- Antes de iniciar los trabajos se conocerá si en la zona en la que se utiliza el martillo neumático existen conducciones de agua, gas o electricidad enterradas, intentando evitar así los posibles accidentes por interferencia.
- En especial, en presencia de conducciones eléctricas, de gas o de agua que afloran en lugares no previstos, se paralizarán los trabajos notificándose el hecho a la compañía suministradora, con el fin de que procedan a cortar el suministro antes de la reanudación de los trabajos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021829

- Queda prohibido utilizar los martillos rompedores dentro del radio de acción de la maquinaria para el movimiento de tierras y/o excavaciones.
- Queda prohibido utilizar los martillos rompedores al pie de los taludes o cortes inestables.
- Si los trabajos de atalunizado entran en contacto con zonas que albergan o transportan sustancias de origen orgánico o industrial, deberán adoptarse precauciones adicionales respecto a la presencia de residuos tóxicos, combustibles, deflagrantes, explosivos o biológicos.
- La evacuación rápida del personal del interior de la excavación debe quedar garantizado por la retirada del fondo del foso de objetos que pudieran interrumpir el paso.
- Los taludes de más de 1,50 m de profundidad estarán provistos de escaleras excavadas en el terreno o prefabricados portátiles que comuniquen cada nivel inferior con la berma superior, disponiendo de una escalera por cada 30 m de talud abierto o fracción de este valor.
- Las bocas de los pozos y arquetas deberán condenarse con un tablero resistente, red o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en su interior y con independencia de su profundidad.
- En aquellas zonas en las que sea necesario el paso de peatones sobre las zanjas o sobre pequeños desniveles u obstáculos originados por los trabajos se instalarán pasarelas, preferiblemente prefabricadas y de metal o, en su defecto, fabricadas “in situ”, con una anchura mínima de 1 metro y dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria capaz de resistir 300 kg de peso y con guirnaldas de iluminación nocturna.
- El material de excavación estará apilado a una distancia del borde de coronación del talud igual o superior a la mitad de su profundidad (multiplicar por dos en terrenos arenosos). La distancia mínima al borde será de 50 cm.
- La madera para utilizar se clasificará según su uso y estará limpia de clavos, flejada o formando hileras entrecruzadas sobre una base amplia y nivelada. La altura máxima de la pila, sin tablones estacados y arriostrados) es de 1 m.
- Se instalarán topes para vehículos en el perímetro de la excavación.
- Se realizará un atalunizado natural de las paredes de la excavación.
- La inclinación del talud se ajustará a los cálculos de la Dirección Facultativa de la obra, salvo cambio de criterio avalado por documentación técnica complementaria.
- Se evitará a toda costa amontonar productos procedentes de la excavación en los bordes de los taludes ya que, además de la sobrecarga que puedan representar, pueden llegar a embalsar aguas originando filtraciones que pueden arruinar el talud.
- En taludes de alturas de más de 1,50 metros se deberán colocar bermas de 50 u 80 cm de ancho para la defensa y detención de eventuales caídas de materiales desprendidos desde cotas superiores, además de permitir la vigilancia y alojar las conducciones provisionales o definitivas de las obras.
- En huecos verticales de coronación de taludes con riesgo de caída de personas u objetos desde alturas superiores a 2 metros, se dispondrán barandillas de seguridad completas empotradas sobre el terreno constituidos por balaustre vertical homologado, rodapié de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00219228
VISADO

20 centímetros de alzada, pasamanos superior situado a 1 metro sobre el nivel del suelo, barra horizontal o listón intermedio (subsidiariamente barrotes verticales o mallazo con una separación máxima de 15 centímetros) y rodapié o plinto de al menos 15 cm sobre el nivel del suelo, con todos sus elementos sólidamente anclados entre sí y siendo capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg por metro lineal.

3.3.3.4 RELLENOS Y TIERRAS O ROCAS

- Todos los vehículos para utilizar en esta obra se revisarán periódicamente, teniendo una especial atención con los órganos de accionamiento neumático.
- Los vehículos llevarán siempre escrito de forma legible la carga máxima admisible, no pudiendo ser sobrecargados en ninguna circunstancia. Asimismo, especificarán claramente la tara máxima.
- No se transportará al personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- En caso de considerarse necesario, se regarán periódicamente los tajos, las cajas y las cargas de los camiones, con el fin de evitar la formación de polvaredas.
- Se instalarán topes sólidos de limitación de recorrido en el borde de los terraplenes de vertido.

3.3.3.5 EXCAVACIÓN Y POZOS PARA CIMENTACIÓN Y APOYOS

- El acceso y salida del pozo se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes. La escalera sobrepasará la profundidad a salvar, sobresaliendo 1 m por la bocana.
- No se realizarán acopios en un radio de 2 m alrededor de la bocana del pozo.
- Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a los 2 m, se rodeará su boca con una barandilla sólida de 90 cm de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, ubicada a una distancia mínima de 2 m del borde del pozo.
- Cuando el pozo sea inferior a los 2 m podrá aplicarse la medida anterior o, en su defecto cualquiera de las siguientes:
- Rodear el pozo mediante una circunferencia hecha con cal o yeso blanco, de diámetro igual o superior a la del pozo, más 2 m.
- Rodear el pozo mediante señalización de cierre o cinta de banderolas, ubicada alrededor del pozo sobre pies derechos, formando una circunferencia de diámetro igual al del pozo más 2 m.
- Cerrar el acceso a la zona al personal ajeno a la excavación de una forma eficaz.
- Una combinación de las anteriores.
- Se paralizarán los trabajos en caso de descubrir cualquier tipo de conducción subterránea, avisando a la Dirección de Obra para que dicte las acciones a seguir.
- La iluminación en el interior de los pozos se efectuará mediante portátiles estancos antihumedad alimentados mediante energía eléctrica de 24 v.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.3.3.6 EXCAVACIÓN Y ZANJAS

3.3.3.6.1 MEDIDAS ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS

- Las paredes de la excavación tendrán, siempre que sea posible, una pendiente que estará en función del talud del terreno. Cuando no sea factible aplicar esta medida, a partir de 1,30 metros (como referencia) en caso de terreno suelto o poco estable, se avisará a la Dirección Facultativa para entibar las paredes de la excavación.
- Se protegerán los elementos del servicio público que puedan quedar afectados por el vaciado, como bocas de riego, tapas de sumideros de alcantarillados, farolas, árboles, etc.
- Al iniciar los trabajos se inspeccionarán, en caso de que existan, los sistemas de apuntalamiento y entibación y se comprobará su buen estado de comportamiento. Se comunicará al encargado de la obra cualquier anomalía que se presente.
- Antes de poner en marcha la maquinaria necesaria el operador realizará una serie de controles:
- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, estado de las orugas y sus elementos de engalce en los casos que proceda.
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y las luces de stop.
- Todos los dispositivos de seguridad de las máquinas utilizadas en el desbroce deben estar en su sitio y en perfectas condiciones de eficacia preventiva.
- Se comprobarán los niveles de agua y aceite.
- Se limpiará el limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina. Asimismo, se eliminará todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- Comprobar la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.
- No se podrán dejar trapos en el compartimento del motor.
- El puesto de conducción estará limpio. Se quitarán los restos de aceite, grasa o barro del suelo de las zonas de acceso a la cabina y de los agarraderos para evitar caídas por resbalones.
- No se dejarán en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos como herramientas, trapos, etc. Para ello se utilizará la caja de herramientas.
- Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina el operador deberá especialmente:
- Comprobar que ninguna persona se encuentre en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Quedarse sentado al conducir.
- Verificar que las condiciones de los controles son normales.
- No mantener el motor de explosión en funcionamiento en locales cerrados sin el filtro correspondiente que regule las emisiones de monóxido de carbono.
- En un lugar despejado y seguro se verificará el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o, maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.
- La maquinaria que se utilice para desarrollar estas tareas dispondrá de los elementos de seguridad adecuados.
- Se tomarán todas las medidas necesarias para que la maquinaria empleada en la obra guarde la distancia de seguridad establecida respecto a los cables eléctricos que puedan existir en las inmediaciones de la excavación.
- En caso de encontrarse con una línea eléctrica no prevista inicialmente se paralizarán los trabajos y se avisará a la empresa constructora.
- Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar estas mediante cortes verticales, deberán ser entibadas sus paredes una profundidad igual o superior a 1,30 metros. Las entibaciones sobrepasarán como mínimo en 15 cm el nivel del suelo, a fin de construir unos rodapiés que impidan la caída en las zanjas de objetos o materiales.
- Cuando se utilice retroexcavadora para la excavación de una zanja con entibación será necesario que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación sea inferior a 1,5 m por la profundidad de la zanja en ese punto.
- Durante la excavación de la zanja con la retroexcavadora no se encontrará dentro del radio de acción ningún operario.
- Nunca se colocará una máquina en los bordes de una zona excavada a menos que se tomen las precauciones oportunas.
- No se retirarán los sistemas de protección colectiva destinadas a la contención de tierras en una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad superior o igual a 1,30 m.
- Las zanjas superiores a 1,30 m de profundidad estarán provistas de escaleras, que rebasen en 1 m el nivel superior del corte. Se dispondrá una escalera libre de obstáculos y correctamente arriostrada por cada 30 m de zanja abierta o fracción de este valor.
- Cuando estén trabajando operarios en el interior de zanjas superiores a 1.30 m de profundidad se mantendrá siempre uno de retén en el exterior que actuará como ayudante de trabajo y que dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- En los lugares de acusada pendiente se empleará maquinaria adecuada a estas circunstancias, con tracción mediante orugas de cadena.
- Se evitará golpear la entibación durante las operaciones de excavación. Estará prohibido utilizar los codales u otros elementos de la misma para el ascenso, descenso o para la suspensión de conducciones o apoyo de cargas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002939
VISADO

- Si se debe circular por las proximidades de la excavación se dispondrán:
- Barandillas resistentes, de 90 centímetros de altura, a una distancia que variará en función del ángulo del talud natural, y en ningún caso, menos de 60 centímetros.
- Para que la protección sirva para evitar la caída de vehículos se dispondrán topes de madera, metálicos o de cualquier otro material resistente.
- Por la noche, si la zona no está acotada para impedir el paso a personas, deberá señalizarse la zona de peligro con luces rojas, separadas entre sí no más de 10 metros.
- En los periodos de tiempo que permanezcan las zanjas abiertas y no se estén realizando tareas en su interior, se taparán con paneles de madera o bastidores provistos de redes metálicas de protección.
- Al utilizar medios de mecánicos de excavación, como retroexcavadoras, en zanjas con entibación será necesario que:
- El terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad.
- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- La entibación se realice de arriba abajo.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con velocidad superior a 50 km/h. En este último caso se recomienda retirar los materiales y herramientas que puedan desprenderse.
- Si las tierras extraídas están contaminadas se procederá a su desinfección, al igual que las paredes de las excavaciones correspondientes.
- No se podrán utilizar los codales de las entibaciones como medio para subir o bajar a las zanjas. Tampoco se usarán para estas tareas otros elementos como conducciones, etc.
- Siempre que se utilice iluminación portátil esta será de material antideflagrante. Asimismo, estarán provistas de mango aislante y de un dispositivo protector de la lámpara con la suficiente resistencia mecánica. Cuando la tensión de alimentación sea superior a 24 voltios se utilizarán transformadores de separación de circuitos.
- No se instalarán en el interior de las zanjas máquinas accionadas con motores de explosión a causa del riesgo de formación de monóxido de carbono. Si fuera necesario hacerlo se utilizarían las instalaciones necesarias para expulsar los humos fuera de las mismas.
- Todo operario que trabaje en el interior de una zanja debe estar provisto de casco de seguridad homologado, botas de seguridad y las prendas de protección necesarias contra cada riesgo específico.
- Cuando se trabaje con herramienta manual, como palas o picos, en el interior de una zanja los trabajadores mantendrán una distancia suficiente de separación, considerándose como mínimo 3,50 metros.
- En zanjas o pozos con una profundidad superior a los 1,30 metros, y siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, a fin de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

poder actuar como ayudante en el trabajo y para poder la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

- El desentibado se realizará de abajo a arriba, pero con observación de las condiciones de estabilidad en que debe quedar en todo momento la obra.
- La anchura de la zanja será tal que permita los trabajos en presencia de la entibación.
- Cuando un talud se mantenga durante largo tiempo se protegerá de la lluvia utilizando para ello láminas de plástico o plantaciones que contengan la capa exterior de subsuelo.
- Se dará a los aludes, en la medida de lo posible, ángulos iguales a los observados en el terreno de sus inmediaciones, siempre y cuando no existan corrientes de agua que puedan socavar el talud a crear.

3.3.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandillas tubulares sobre pies derechos por hinca en terrenos.
- Entibación para zanjas.
- Oclusión de hueco horizontal por medio de una tapa de madera.
- Tope para vehículos.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

3.3.5 EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

- Botas de seguridad de PVC, de mediacaña, con plantilla contra objetos punzantes.
- Botas impermeables de goma o material plástico sintético.
- Casco de seguridad con protectores auditivos (voladuras).
- Casco de seguridad.
- Faja de protección contra los sobreesfuerzos.
- Filtro mecánico para máscaras autónomas (ambientes pulverulentos).
- Gafas de seguridad contra proyecciones e impactos.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla contra las partículas con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable de material plástico o sintético.

3.4 HORMIGONADO DE ARQUETAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.4.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Vertido por impulsión forzada o por gravedad de una mezcla de áridos, mortero de cemento y arena, a través de una conducción de tuberías embridadas, desde la propia tolva del camión de hormigonado o desde el cubilete de hormigonado y con ayuda de una grúa, al cubeto de una base de cimentación, trinchera, muro pantalla, losa o zapata.

El cubilote o tolva de hormigón consiste en un recipiente metálico de forma troncocónica o piramidal, invertida en forma de embudo y situado sobre un bastidor de apoyo y dotado de una compuerta de apertura y cierre, accionada por una palanca o volante. Se fabrica con salidas vertical o lateral según su destino de utilización.

3.4.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 9. Hormigonado de arquetas. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas a distinto nivel al efectuar trabajos en el borde de las excavaciones sin protección (incluidos pozos y zanjas)	15	10	1	150/G4
Caída de operarios a distinto nivel por pisar partes sin proteger de un forjado tradicional	15	8	1	120/G4
Rotura, hundimiento, reventón o caída de encofrados	15	6	1	90/G3
Caídas al mismo nivel al desplazarse por las obras	3	10	1	30/G2
Caída de objetos sobre los operarios por acopio junto al borde de la excavación	5	8	1	40/G3
Caída de objetos sobre los operarios por sujeción defectuosa en el transporte con puente grúa	15	6	1	90/G3
Caída de objetos sobre los operarios por rotura de cables o cadenas de la maquinaria utilizada en el transporte de cargas	15	6	1	90/G3
Fallo de las entibaciones o apuntalamientos	15	8	1	120/G4
Corrimientos de tierras	30	6	1	180/G4
Heridas punzantes y/o cortes en las manos y pies	4	10	1	40/G3
Atrapamientos con máquinas	12	6	1	72/G3
Atropellos por el camión hormigonera o la bomba de hormigonado	12	6	1	72/G3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Proyecciones de partículas Cuerpos extraños, salpicaduras de hormigón a los ojos	4	8	1	72/G3
Lumbalgias por sobreesfuerzo o posturas inadecuadas	4	5	1	20/G2
Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Lesiones osteoarticulares por manejo de vibradores o agujas vibrantes	4	5	1	20/G2
Contactos eléctricos directos con líneas eléctricas o partes activas en tensión	15	4	1	60/G3
Contacto eléctrico indirecto con masas de máquinas eléctricas	12	3	0.5	30/G2
Quemaduras y radiaciones en las operaciones de oxicorte	5	7	1	35/G3
Dermatitis derivada del contacto con el cemento	5	8	1	40/G3
Exposición a polvo ambiental	8	6	0.5	24/G2
Inundaciones	15	2.5	0.5	18.75/G2
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)	30	2	1	60/G3
Los derivados del tránsito de operarios por los accesos hasta el lugar de trabajo	5	8	0.5	20/G2
VERTIDO DIRECTO. Atrapamientos, golpes con la canaleta del camión hormigonera	8	6	1	48/G3
VERTIDO CON CUBILOTE. Atrapamientos con el cierre de la tolva	8	6	1	48/G3
VERTIDO CON CUBILOTE. Aplastamientos, y/o golpes por alcance de la tolva	8	6	1	48/G3
VERTIDO CON BOMBA. Golpes con la manguera de hormigonado	6	6	1	36/G3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021926

3.4.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

3.4.3.1 VERTIDOS Y HORMIGÓN. VERTIDO DIRECTO MEDIANTE CANALETA

- Para evitar el vuelco de los camines hormigonera se instalarán fuertes topes al final de su recorrido.
- Las ruedas de los camiones hormigonera no podrán acercarse a menos de 2 m (como norma general) del borde de la excavación.

- Los operarios no podrán situarse detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.
- Cuando se ejecuten trabajos con riesgo de caída de altura, los operarios engancharán el mosquetón del cinturón de seguridad al cable colocado para tal fin.
- Para los vertidos a media ladera se habilitarán puntos seguros intermedios.

3.4.3.2 VERTIDOS Y HORMIGÓN. VERTIDO DIRECTO MEDIANTE TUBO O CANGILÓN

- No se podrá cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará mediante una traza horizontal, ejecutada con pintura de color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo, con el fin de no sobrepasar la carga admisible.
- Se señalizará claramente ene le suelo las zonas batidas por el cubo. La maniobra de aproximación se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente comprensibles por el gruista.
- Se procurará no golpear el cubo con las entibaciones.
- Del cubo o cubilote penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido. No se podrá guiar o recibir directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

3.4.3.3 VERTIDOS Y HORMIGÓN. VERTIDO DIRECTO MEDIANTE BOMBEO

- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrando las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, con el fin de evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado se realizará intentando evitar los codos de radio reducido, con el fin de que se produzcan atoramientos o tapones internos. Después de concluido el bombeo, se lavarán y se limpiarán el interior de las tuberías de impulsión del hormigón.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se engrasarán los conductos, con el fin de evitar atoramientos o tapones.
- Antes de iniciar las tareas de limpieza los operarios amarrarán la manguera terminal a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciar el proceso.

No se podrá introducir la pelota de limpieza si antes no se ha instalado la redecilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total. En caso de que se detenga la bola se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y, a continuación, se desmontará la tubería.

3.4.3.4 HORMIGONADO Y CIMIENTOS

- Antes del inicio del vertido del hormigón, se comprobará el buen estado de las entibaciones. Igualmente se comprobará el buen estado de seguridad de los encofrados, en prevención de reventones y derrames.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Antes de realizar el vertido se eliminarán puntas, restos de madera, redondos y alambres.
- Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablones trabados (60 cm de anchura).
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona se establecerán plataformas móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.
- Cuando sea imprescindible que la bomba de hormigonado se acerque al borde de la zanja o talud, se dispondrán de topes de seguridad una distancia mínima de 2 m, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.
- Estos topes deberán estar colocados antes de las operaciones de vertido de hormigón. Las maniobras deberán ser dirigidas por un operario competente.
- Los conductores se apearán de los vehículos, para la descarga del material, y se ocuparán de la manipulación de los mandos para efectuar dicha operación.
- Se asignará al equipo de trabajadores, unas distancias mínimas de separación entre operarios, en función de los medios auxiliares que estén haciendo servir, para que no se produzcan alcances e interferencias entre ellos.
- Si se hormigona en taludes más acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se lleven a cabo mediante bermas que no reúnan las condiciones indicadas, se dispondrá, a criterio de la Dirección Facultativa, de un apuntalamiento, que por su forma y materiales empleados ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo con las características del terreno. Se prohibirá realizar labores de hormigonado con presencia de personas, al pie de taludes que presente síntomas de inestabilidad.
- Las cimbras y encofrados deben ser calculados para las cargas máximas previsibles y en las condiciones más desfavorables, teniendo presente los esfuerzos dinámicos que se originan durante el vertido, y no se retirarán en tanto no finalice los trabajos, y se tenga absoluta certeza de que el hormigón ha adquirido su curado mínimo autoportante.
- Cuando un trabajador tenga que realizar su trabajo en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ser provisto de cinturón de seguridad homologado (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.
- No deben retirarse los elementos de contención de paramentos de una excavación, mientras deban permanecer en su interior operarios hormigonando a una profundidad igual o superior a 1,30 m bajo el nivel del terreno. En este tipo de tarea deberá mantenerse siempre un operario de retén en el exterior, que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Se evitará golpear el encofrado durante las operaciones de hormigonado. los puntales, sopandas, tableros, cimbras o elementos de moldeo y contención del hormigón, no se utilizarán para el ascenso o el descenso, ni para la suspensión de conducciones o cargas dinámicas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

- Las zanjas superiores a 1,30 m de profundidad, en las que se tengan que realizar trabajos de hormigonado estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte. disponiendo de una escalera por cada 30 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriostrada.
- Una vez vertido el hormigón en el cimiento, con una pala mecánica o bien manualmente, se procederá a su extendido horizontal por tongadas.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o exista viento con una velocidad superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse.

3.4.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandillas tubulares sobre pies derechos por hinca en terrenos.
- Cables fiadores para el cinturón de seguridad.
- Oclusión de hueco horizontal por medio de una tapa de madera (pilotaje).
- Tope para vehículos.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

3.4.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Arnés de seguridad.
- Botas de seguridad de PVC, de mediacaña, con plantilla contra objetos punzantes.
- Botas impermeables de goma o material plástico sintético.
- Casco de seguridad con protectores auditivos (pilotajes).
- Casco de seguridad.
- Faja de protección contra los sobreesfuerzos.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o material plástico sintético (vertido).
- Protectores auditivos (pilotaje).
- Ropa de trabajo.

3.5 INSTALACIÓN DE RED DE CANALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.5.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

La red de canalización de energía eléctrica se realizará a base de tuberías de diversos materiales (polietileno, PVC y acero galvanizado principalmente) y diámetros según se define en los planos del Proyecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021920
VISADO

3.5.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 10. Instalación de red de canalización de energía eléctrica. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas a distinto nivel al efectuar trabajos en el borde de las excavaciones sin protección (incluidos pozos y zanjas)	15	10	1	150/G4
Caídas al mismo nivel	3	10	1	30/G2
Caída de objetos sobre los operarios por acopio junto al borde de la excavación	5	8	1	40/G3
Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caída de objetos sobre los operarios por rotura de cables o cadenas de la maquinaria utilizada en el transporte de cargas	15	6	1	90/G3
Fallo de las entibaciones o apuntalamientos	15	8	1	120/G4
Corrimientos de tierras	30	6	1	180/G4
Heridas punzantes y/o cortes en las manos y pies	4	10	1	40/G3
Atrapamientos con máquinas	12	6	1	72/G3
Proyecciones de partículas Cuerpos extraños	4	8	1	72/G3
Lumbalgias por sobreesfuerzo o posturas inadecuadas	4	5	1	20/G2
Dermatitis derivada del contacto con el cemento	5	8	1	40/G3
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)	30	2	1	60/G3
Los derivados del tránsito de operarios por los accesos hasta el lugar de trabajo	5	8	0.5	20/G2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.5.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

- Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.
- Las paredes de la excavación tendrán, siempre que sea posible, una pendiente que estará en función del talud del terreno. Cuando no sea factible aplicar esta medida, a partir de

1,30 metros (como referencia) en caso de terreno suelto o poco estable, se avisará a la Dirección Facultativa para entibar las paredes de la excavación.

- Se protegerán los elementos del servicio público que puedan quedar afectados por las obras, como bocas de riego, tapas de sumideros de alcantarillados, farolas, árboles, etc.
- Al iniciar los trabajos se inspeccionarán, en caso de que existan, los sistemas de apuntalamiento y entibación y se comprobará su buen estado de comportamiento. Se comunicará al encargado de la obra cualquier anomalía que se presente.
- En caso de encontrarse con una línea eléctrica no prevista inicialmente se paralizarán los trabajos y se avisará a la empresa constructora.
- Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales, deberán ser entibadas sus paredes una profundidad igual o superior a 1,30 metros. Las entibaciones sobrepasarán como mínimo en 15 cm el nivel del suelo, a fin de construir unos rodapiés que impidan la caída en las zanjas de objetos o materiales.
- Cuando se utilice retroexcavadora para la excavación de una zanja con entibación será necesario que la separación entre el tajo de la máquina y la entibación sea inferior a 1, por la profundidad de la zanja en ese punto.
- Durante la excavación de la zanja con la retroexcavadora no se encontrará dentro del radio de acción ningún operario.
- Nunca se colocará una máquina en los bordes de una zona excavada a menos que se tomen las precauciones oportunas.
- No se retirarán los sistemas de protección colectiva destinadas a la contención de tierras en una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad superior o igual a 1,30 m.
- Las zanjas superiores a 1,30 m de profundidad estarán provistas de escaleras, que rebasen en 1 m el nivel superior del corte. Se dispondrá una escalera libre de obstáculos y correctamente arriostrada por cada 30 m de zanja abierta o fracción de este valor.
- Cuando estén trabajando operarios en el interior de zanjas superiores a 1,30 m de profundidad se mantendrá siempre uno de retén en el exterior que actuará como ayudante de trabajo y que dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Al utilizar medios de mecánicos de excavación, como retroexcavadoras, en zanjas con entibación será necesario que:
- El terreno admita talud en corte vertical para esa profundidad.
- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no sea mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- La entibación se realice de arriba abajo.
- No se podrán utilizar los codales de las entibaciones como medio para subir o bajar a las zanjas. Tampoco se usarán para estas tareas otros elementos como conducciones, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929

- Todo operario que trabaje en el interior de una zanja debe estar provisto de casco de seguridad homologado, botas de seguridad y las prendas de protección necesarias contra cada riesgo específico.
- Cuando se trabaje con herramienta manual, como palas o picos, en el interior de una zanja los trabajadores mantendrán una distancia suficiente de separación, considerándose como mínimo 3,50 metros.
- En zanjas o pozos con una profundidad superior a los 1,30 metros, y siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, a fin de poder actuar como ayudante en el trabajo y para poder la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- El desentibado se realizará de abajo a arriba, pero con observación de las condiciones de estabilidad en que debe quedar en todo momento la obra.
- La anchura de la zanja será tal que permita los trabajos en presencia de la entibación.
- Cuando un talud se mantenga durante largo tiempo se protegerá de la lluvia utilizando para ello láminas de plástico o plantaciones que contengan la capa exterior de subsuelo.
- Se dará a los taludes, en la medida de lo posible, ángulos iguales a los observados en el terreno de sus inmediaciones, siempre y cuando no existan corrientes de agua que puedan socavar el talud a crear.

3.5.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Barandillas tubulares sobre pies derechos por hinca en terrenos.
- Tope para vehículos.
- Entibación para zanjas.
- Oclusión de hueco horizontal por medio de una tapa de madera.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

3.5.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de seguridad de PVC, de mediacaña, con plantilla contra objetos punzantes.
- Botas impermeables de goma o material plástico sintético.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o material plástico sintético (vertido).
- Ropa de trabajo.

3.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002102
VISADO

3.6.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Conjunto de trabajos de construcción relativos a acopios, transporte, montaje, puesta en obra y ajuste de elementos para la conducción de energía eléctrica, destinada a cubrir las necesidades de este fluido, tanto en obra como en la instalación definitiva.

3.6.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 11. Instalaciones eléctricas. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caída de personas a distinto nivel (trabajos al borde de cortes de terreno o de losas, desorden, usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos)	8	8	1	64/G3
Caídas al mismo nivel (desorden, usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos)	3	10	1	30/G2
Pinchazos o cortes (por alambres, cables eléctricos, tijeras...)	4	8	1	32/G3
Pisadas sobre materiales sueltos	3	10	1	30/G2
Cortes y erosiones por manipulación de guías y cables	4	8	1	32/G2
Sobreesfuerzos (transporte y manejo de guías y cables...)	4	5	1	20/G2
Contactos eléctricos directos (exceso de confianza, empalmes peligrosos, puenteo de las protecciones eléctricas, trabajos en tensión, impericia)	12	7	1	84/G3
Contactos eléctricos indirectos	8	7	1	56/G3

3.6.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

3.6.3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

- Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos colocados sobre pies derechos se ubicarán, como norma general, a una distancia mínima de 2 metros del borde del tajo.
- No podrá instalarse un cuadro eléctrico en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación, puesto que pueden ser arrancados por la maquinaria o por los camiones y provocar accidentes.
- Se comprobará periódicamente que al avanzar las tareas no queda ningún cuadro eléctrico aislado, ya que aumentan los riesgos de la persona que deba acercarse a él.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Los cuadros eléctricos a la intemperie se dotarán de viseras de protección contra la lluvia o la nieve.
- Los postes provisionales de los que se cuelgan las mangueras se colocarán a una distancia mínima, como norma general, de 2 m del borde del tajo.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o personal, y nunca junto a las escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas que ascienden a través de escaleras o asimilables se agruparán y anclarán a elementos firmes de la vertical.
- Los cuadros eléctricos en servicio permanecerán cerrados, con la cerradura de seguridad o con la llave en servicio.
- Se utilizarán fusibles normalizados, estando prohibida la utilización de fusibles rudimentarios.
- Toda carcasa que no esté dotada de doble aislamiento se conectará a tierra o a aislantes por propio material constitutivo.
- Las conexiones a base de clemas estarán siempre cubiertas por su correspondiente carcasa protectora.

3.6.3.2 NORMAS Y PREVENCIÓN PARA TIPOS Y CABLES

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria y la iluminación prevista.
- Los hilos tendrán la funda protectora sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables).
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará desde una altura mínima de 32 m en las zonas peatonales y de 5 m en las de vehículos.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. La profundidad mínima de la zanja estará entre 40 y 50 cm.
- Los empalmes entre mangueras estarán siempre elevados, no pudiendo mantenerse en el suelo.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos a la humedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancos de seguridad.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a las plantas será colgado a una altura sobre el pavimento entorno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso al ras de suelo.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no podrá coincidir con el suministro provisional de agua a las plantas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029929

- Las mangueras de alargadera, al ser provisionales y de corta estancia, pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales. Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.

3.6.3.3 NORMAS Y PREVENCIÓN TIPO PARA INTERRUPTORES

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores llevarán en la puerta una señal normalizada de “peligro, electricidad”.

3.6.3.4 NORMAS Y PREVENCIÓN TIPO PARA LOS CUADROS ELÉCTRICOS

- Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad.
- Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Tendrán adherida sobre la puerta una señal normalizada de “peligro, electricidad”:
- Se podrá optar por la utilización de cuadros normalizados en PVC, siempre y cuando cumplan las normas indicadas.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o, en su defecto, a pies derechos firmes.
- Las maniobras para ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subidos a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante, adecuados para realizar la maniobra con seguridad.
- Los cuadros eléctricos tendrán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas par la intemperie.
- Los cuadros eléctricos de la obra estarán dotados de enclavamiento eléctrico.

3.6.3.5 NORMAS Y PREVENCIÓN PARA LAS TOMAS Y ENERGÍA

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución mediante clavijas normalizadas blindadas, y siempre que sea posibles con enclavamiento.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- Se evitarán las conexiones mediante uso de un enchufe para triple conexión y los directos cable-hembrilla de enchufe, en especial durante la fase de acabados.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, con el fin de evitar los contactos eléctricos directos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.6.3.6 NORMAS Y PREVENCIÓN PARA LA PROTECCIÓN Y CIRCUITOS

- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos que sean necesarios, teniendo en cuenta que el conductor al que protegen no debe llegar a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquina, aparatos y máquinas-herramienta con funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales se protegerán con interruptores.
- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial.
- Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial, que se instalarán teniendo en cuanta las siguientes sensibilidades:
- 300 mA (según R.E.B.T.). - Alimentación a maquinaria
- 30 mA (según R.E.B.T.). - Alimentación a maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

3.6.3.7 NORMAS Y PREVENCIÓN TIPO PARA LAS TOMAS Y TIERRA

- La toma de tierra del transformador de la obra se ajustará a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía suministradora en la zona.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación se pondrá a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra se protegerá con macarrón de colores verde y amarillo, no pudiéndose utilizar para otro uso.
- La toma de tierra de las máquinas-herramienta que no estén dotadas de doble aislamiento se realizará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica o asimilable estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos serán independientes eléctricamente.

3.6.3.8 NORMAS Y PREVENCIÓN PARA LA INSTALACIÓN Y ALUMBRADO

- La iluminación general de los tajos se realizará mediante proyectores ubicados sobre pies derechos firmes o asimilables.
- La iluminación mediante portátiles se realizará por medio de portalámparas estancos de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentada a 24 V.
- Cuando sea necesario suministrar energía eléctrica para iluminación en tajos encharcados, se utilizará un transformador de corriente que la reduzca a 24 voltios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- La iluminación de los tajos se situará en una altura aproximada de 2 metros, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- Se procurará evitar zonas de sombra al colocar la iluminación cruzada.
- Las zonas de paso se iluminarán permanentemente evitando zonas oscuras.

3.6.3.9 NORMAS Y SEGURIDAD Y APLICACIÓN DURANTE EL MANTENIMIENTO Y REPARACIONES Y LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL Y OBRA

- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente. En el momento en que se detecte un fallo la máquina será declarada "FUERA DE SERVICIO", desconectándola de la red y colgándole un rótulo indicativo en el cuadro de gobierno.
- Las reparaciones las realizará siempre personal especializado, no dejando lugar a la actuación de "manitas" o de personal no cualificado.
- Toda reparación se realizará con la máquina desconectada de la red eléctrica. Para avisar del arreglo de la máquina, y con el fin de evitar accidentes por contactos eléctricos o accionamientos improvistos de la máquina, se colocará en el lugar de conexión un letrero visible en el que se lea la siguiente leyenda: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO".
- Toda modificación o ampliación de las líneas, cuadros y asimilables será realizada por electricistas.

3.6.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad dieléctrico.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.

3.7 INSTALACIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

3.7.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Conjunto de trabajos de construcción relativos a la realización de canalizaciones, tendido y conexión de líneas subterráneas de alta tensión.

3.7.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

En aplicación del artículo 5 del Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción, se evalúan los riesgos en función de las fases de desarrollo de las actividades en la obra, creando para cada una de ellas una tabla de valoración como la que sigue:

Tabla 12. Instalación de líneas subterráneas de media tensión. Análisis y evaluación inicial de riesgos

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caídas a distinto nivel al efectuar trabajos en el borde de las excavaciones sin protección (incluidos pozos y zanjas)	15	10	1	150/G4
Caídas al mismo nivel	3	10	1	30/G2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021829
VISADO

Riesgo	Daño	Exposición	Probabilidad	Grado Peligr.
Caída de objetos sobre los operarios por acopio junto al borde de la excavación	5	8	1	40/G3
Caída de objetos sobre los operarios por rotura de cables o cadenas de la maquinaria utilizada en el transporte de cargas	15	6	1	90/G3
Fallo de las entibaciones o apuntalamientos	15	8	1	120/G4
Corrimientos de tierras	30	6	1	180/G4
Heridas punzantes y/o cortes en las manos y pies	4	10	1	40/G3
Atrapamientos con máquinas	12	6	1	72/G3
Proyecciones de partículas Cuerpos extraños	4	8	1	72/G3
Lumbalgias por sobreesfuerzo o posturas inadecuadas	4	5	1	20/G2
Dermatitis derivada del contacto con el cemento	5	8	1	40/G3
Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.)	30	2	1	60/G3
Los derivados del tránsito de operarios por los accesos hasta el lugar de trabajo	5	8	0.5	20/G2
Pinchazos o cortes (por alambres, cables eléctricos, tijeras...)	4	8	1	32/G3
Pisadas sobre materiales sueltos	3	10	1	30/G2
Cortes y erosiones por manipulación de guías y cables	4	8	1	32/G2
Sobreesfuerzos (transporte y manejo de guías y cables...)	4	5	1	20/G2
Contactos eléctricos directos (exceso de confianza, empalmes peligrosos, puenteo de las protecciones eléctricas, trabajos en tensión, impericia)	12	7	1	84/G3
Contactos eléctricos indirectos	8	7	1	56/G3
Arco eléctrico y electrocución.	12	7	1	84/G3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192

3.7.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

3.7.3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES

- Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos colocados sobre pies derechos se ubicarán, como norma general, a una distancia mínima de 2 metros del borde del tajo.

- No podrá instalarse un cuadro eléctrico en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación, puesto que pueden ser arrancados por la maquinaria o por los camiones y provocar accidentes.
- Se comprobará periódicamente que al avanzar las tareas no queda ningún cuadro eléctrico aislado, ya que aumentan los riesgos de la persona que deba acercarse a él.
- Los cuadros eléctricos a la intemperie se dotarán de viseras de protección contra la lluvia o la nieve.
- Los postes provisionales de los que se cuelgan las mangueras se colocarán a una distancia mínima, como norma general, de 2 m del borde del tajo.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o personal, y nunca junto a las escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas que ascienden a través de escaleras o asimilables se agruparán y anclarán a elementos firmes de la vertical.
- Los cuadros eléctricos en servicio permanecerán cerrados, con la cerradura de seguridad o con la llave en servicio.
- Se utilizarán fusibles normalizados, estando prohibida la utilización de fusibles rudimentarios.
- Toda carcasa que no esté dotada de doble aislamiento se conectará a tierra o a aislantes por propio material constitutivo.
- Las conexiones a base de clemas estarán siempre cubiertas por su correspondiente carcasa protectora.

3.7.3.2 NORMAS Y PREVENCIÓN EN LA MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE Y MATERIALES

- Inspección del estado del terreno.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Limitar la velocidad de los vehículos.
- Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, etc.).
- Respetar zonas señalizadas y delimitadas.
- Exigir y mantener orden.
- Precaución en transporte de materiales.

3.7.3.3 NORMAS Y PREVENCIÓN EN APERTURA Y ZANJAS

- Conocimiento de las instalaciones mediante planos.
- Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables.
- Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son: manuales (picos, palas, etc.), mecánicas (perforador neumático) o motorizadas (vehículos).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199
VISADO

- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.
- Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo.

3.7.3.4 NORMAS Y PREVENCIÓN PARA CERCANÍA A INSTALACIONES Y MEDIA Y ALTA TENSIÓN

- En proximidad de líneas subterráneas:
- Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
- Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
- Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
- Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
- Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos, etc.).
- Puestas a tierra en buen estado:
- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.
- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.

3.7.3.5 NORMAS PARA CANALIZACIÓN Y LÍNEA

- Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades.
- Precaución en el manejo de las bobinas y los conductores.
- Prevención de explosiones y efecto látigo:
- Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias.
- Fijación de los cables mediante abrazaderas.
- En caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022929

3.7.3.6 NORMAS PARA TRABAJOS EN TENSIÓN

En proximidad de líneas subterráneas:

- Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m).
- Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches.
- Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión.
- Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes).
- Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos, etc.).
- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas.
- Notificación de Anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- En la fecha de inicio de los trabajos:
- Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
- Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta compresión del mismo.
- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
- El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de estos.
- Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
- El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

- El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

3.7.3.7 NORMAS Y PREVENCIÓN PARA PUESTAS EN SERVICIO EN TENSIÓN

- Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión.
- En la fecha de inicio de los trabajos:
- Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
- Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta compresión del mismo.
- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
- El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de estos.
- Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
- El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
- El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.

3.7.3.8 NORMAS PARA PUESTAS EN SERVICIO EN AUSENCIA Y TENSIÓN

- Las correspondientes a trabajos en altura y trabajos en tensión.
- En la fecha de inicio de los trabajos:
- Supresión de los reenganches automáticos, si los tiene, y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del jefe de trabajo.
- Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria.
- Antes de comenzar a reanudar los trabajos:
- Exposición, por parte del Jefe del Trabajo, a los operarios del Procedimiento de Ejecución, cerciorándose de la perfecta compresión del mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación.
- Durante la realización del trabajo:
- El jefe del trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de estos.
- Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados.
- Al finalizar los trabajos:
- El Jefe del Trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al Jefe de Explotación el fin de los mismos.
- El Jefe de Explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación.
- Reposición de la tensión después del trabajo.
- Después de la ejecución del trabajo, y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
- En el lugar de trabajo:
- Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable de este las reunirá y notificará que se va a proceder a dar tensión.
- Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
- En el lugar de corte:
- Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
- Cerrar circuitos.

3.7.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Material de señalización y delimitación (Cinta delimitadora, señales...). Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.
- Circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos, autoválvulas y explosores), protección frente a incendios (extintores, instalaciones fijas, paredes incombustibles, fosos y muros cortafuegos), protección frente a contactos eléctricos (pantallas macizas, enrejados, barreras...), sistemas de ventilación (natural o forzada), señalización y delimitación.
- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales...). Detectores de ausencia de tensión. Equipos de Puesta a tierra y en cortocircuito. Las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

3.7.5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad dieléctrico.
- Guantes aislantes de la electricidad.
- Ropa de trabajo.
- Zapatos de seguridad.
- Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo.
- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.).
- Utilizar casco, guantes aislantes para M.T. y herramientas aisladas.
- Utilizar gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.
- Cinturón de seguridad. Guantes de protección frente a riesgos mecánicos. Botas de seguridad o de trabajo. Casco de barbuquejo y guantes de seguridad.

3.8 ACTUACIONES EN LA OBRA DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

3.8.1 DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS

Trabajos de inspección y control de la obra llevados a cabo periódicamente o esporádicamente por los servicios técnicos: Director de obra, inspectores, proyectistas, coordinador de seguridad y salud, equipos de control de calidad.

3.8.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

- Accidentes de tráfico “in itinere”.
- Riesgos según actividad desarrollada en la zona a visitar.

3.8.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA

- El plan de seguridad y salud de la obra deberá prever específicamente la forma, condiciones y medios a utilizar para asegurar que las visitas de obra se lleven a cabo bajo las adecuadas condiciones de seguridad.
- Para ello, cabe dar unas normas generales, las cuales serán concretadas y complementadas en el plan de seguridad y salud:
- Antes de que un técnico o profesional de dirección y control se desplace al lugar de visita, deberá velarse por que esté perfectamente informado de los riesgos a que va a estar expuesto en obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021829

- Deberá ser informado sobre todo de todas aquellas condiciones específicas que se den en la obra y sin cuyo conocimiento previo podrían ser causa de riesgos importantes.
- El visitante será acompañado en todo momento alguna persona que conozca las peculiaridades del entorno.

3.8.4 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Las protecciones colectivas suelen ser eliminadas, lógicamente, de aquellos lugares donde cesa el trabajo, pero si dichas zonas han de ser visitadas por los servicios técnicos, las citadas protecciones deben ser repuestas, pudiendo, en caso contrario, negarse el visitante a acceder a dichos lugares o adoptar las decisiones que estime oportunas.

3.8.5 PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Todos los visitantes a la obra deberán llevar las protecciones individuales adecuadas que sean necesarias para protegerles adecuadamente, según el tipo de actividad desarrollada y riesgos.

3.9 MAQUINARIA EN GENERAL

3.9.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Vuelco de la maquinaria sobre operarios.
- Hundimientos.
- Choques de operarios contra la maquinaria.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Atropellos.
- Caídas de maquinara sobre los operarios al mismo nivel.
- Caídas de maquinara sobre los operarios a niveles inferiores.
- Atrapamientos o arrastres.
- Cortes, heridas.
- Golpes.
- Proyecciones de elementos sobre los operarios.
- Contactos eléctricos directos con partes activas en tensión.
- Contactos eléctricos con las masas de la maquinaria eléctrica.
- Aplastamientos.
- Cizallamientos.
- Fricción y abrasión.
- Proyección de fluido a alta presión.
- Fenómenos electrostáticos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Trastornos neurológicos o vasculares por vibraciones.
- Formación de atmósferas agresivas molestas.
- Fenómenos térmicos, relacionados con cortocircuitos o sobrecargas.
- Quemaduras por:
- Materiales o piezas a muy alta o muy baja temperatura.
- Incendios o explosiones.
- Radiaciones de fuentes de calor.
- Los derivados de las radiaciones por soldadura.
- Los derivados del trabajo a realizar.
- Los inherentes al propio lugar de utilización.

3.9.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las máquinas herramienta con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.
- Los motores de transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras anti-atrapamientos.
- Las carcasas protectoras a utilizar permitirán la visión del objeto protegido.
- Los motores eléctricos estarán cubiertos por carcasas protectoras que no permitan el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohibirá su funcionamiento cuando carezcan de carcasa o cuando ésta presente grandes deterioros.
- Los elementos componentes de máquinas accionadas por energía eléctrica no se manipularán mientras estén conectadas a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras anti-atrapamientos.
- Los tornillos sin fin accionados mecánica o eléctricamente estarán revestidos de carcasas protectoras anti-atrapamientos.
- Cuando una máquina funciones de modo irregular o se estropee se retirará inmediatamente para su reparación. En el caso de que la máquina averiada no pueda retirarse se señalizará con carteles de aviso con la leyenda: “MÁQUINA AVERIADA, NO CONECTAR”. La misma persona que coloque el letrero será la encargada de retirarlo, previniendo así conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- Las operaciones de ajuste y arreglo de las máquinas sólo las podrá realizar el personal autorizado.
- Se bloquearán los arrancadores o, en su defecto, se extraerán los fusibles para prevenir la puesta en servicio accidental de máquinas con irregularidades en su funcionamiento.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- La evaluación o descenso a máquina de objetos se efectuará lentamente, izándolos en vertical. Estará prohibidos los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de carga durante las fases de descenso.
- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista del operador en cargado del manejo de la máquina, con el fin de evitar accidentes por falta de visibilidad en la trayectoria de la carga. En aquellos ángulos en los que no pueda ver la carga será ayudado por un señalista.
- Estará prohibida la permanencia o el trabajo de operarios bajo la trayectoria de la carga suspendida.
- Los aparatos de izar que se utilicen estarán dotados de limitador de recorrido del carro y de ganchos.
- Los motores eléctricos de las grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores tanto de altura como de peso, que cortarán automáticamente el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.
- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transporte de cargas se calcularán expresamente en función de los pesos para los que se instala.
- La sustitución de los cables deteriorados la realizará personal especializado, siguiendo siempre las instrucciones del fabricante.
- Los lazos de los cables se protegerán siempre interiormente mediante forrillos guardacabos, con el fin de evitar deformaciones y cizalladuras.
- Los cables que se utilicen para el transporte de caras suspendidas se inspeccionarán, al menos, una vez a la semana, y se desecharán y sustituirán cuando presenten un 10% de hilos rotos.
- Los ganchos de sujeción o sustentación podrán ser de acero o hierro forjado, y estarán provistos de pestillos de seguridad. Se seguirán las mismas recomendaciones para los ganchos pendientes de eslingas. Estará prohibido el uso de enganches artesanales. Los contenedores que se utilicen tendrán claramente señalado el nivel máximo de llenado y la carga máxima admisible.
- Todos los aparatos de izado de cargas tendrán en un cartel perfectamente visible la carga máxima que pueden soportar. Asimismo, estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Estará prohibido el izado o transporte de personas en el interior de bateas, jaulones, cubilotes o asimilables.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales.
- Se verificará al menos una vez por semana la horizontalidad de los carriles de desplazamiento de la grúa.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00021928

- Los carriles para el desplazamiento de las grúas estarán limitados mediante topes de seguridad de final de fin de carrera a una distancia de 1 m de su término.
- Los cables de todos los aparatos de izar o de elevación se mantendrán perfectamente engrasados. Estará totalmente prohibido realizar estas tareas mientras que los aparatos están en movimiento.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas se paralizarán bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h o para aquellos valores que indique el fabricante de la máquina.

3.9.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Guantes aislantes de la electricidad para los trabajos de mantenimiento.
- Botas aislantes de la electricidad para los trabajos de mantenimiento.
- Mandiles de cuero para los trabajos de mantenimiento.
- Polainas de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.

3.10 MAQUINARIA PARA EL MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL

3.10.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Atropello de operarios por:
- Mala visibilidad debida a iluminación inadecuada, exceso de polvo, niebla, etc.
- Inexistencia o mal funcionamiento de avisadores ópticos o acústicos.
- Presencia de operarios en la zona de trabajo por falta de señalización o delimitación.
- Abandono o estacionamiento indebido en pendientes, con el motor en marcha, etc.
- Elevación y transporte de operarios.
- Conducción imprudente.
- Arranque con el motor embragado.
- Mantenimiento inadecuado de los mecanismos de mando o control.
- Vuelco de la máquina por:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Inclinación del terreno superior a la admisible para el trabajo de la máquina.
- Mala visibilidad debida al exceso de polvo, iluminación inadecuada, niebla, etc.
- Aproximación excesiva a desniveles, bordes de terraplén, etc.
- Fallo del terreno en los bordes del desmonte.
- Circulación a velocidad excesiva y/o por pistas en mal estado.
- Maniobras defectuosas.
- Choques contra otros vehículos o maquinarias por:
- Velocidad excesiva.
- Mala visibilidad debida al exceso de polvo, iluminación inadecuada, niebla, etc.
- Ausencia de señalización en las zonas de trabajo y circulación.
- Arranque con el motor embragado.
- Mantenimiento inadecuado de los mecanismos de mando y control.
- Método de trabajo inadecuado (interferencias de varias máquinas en un mismo tajo).
- Caída de objetos por:
- Exceso de carga en palas o cucharas.
- Movimientos bruscos con palas o cucharas llenas.
- Trabajos de demolición de elementos de mayor altura que la maquina con la cuchara extendida.
- Ausencia de cabina y/o techo de protección.
- Métodos de trabajo inadecuados.
- Atrapamientos por:
- Vuelcos de la máquina en los casos indicados.
- Derrumbamientos.
- Transmisiones, engranajes y elementos móviles sin proteger.
- Operaciones de mantenimiento con la maquina en movimiento.
- Caída de operarios al:
- Subir o bajar de la máquina.
- Transportar operarios en las cucharas.
- Trauma sonoro derivado de:
- Ruido de motor de la propia máquina.
- Ruido de otras máquinas trabajando en las proximidades.
- Choques o golpes de las cucharas contra materiales pétreos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Lesiones osteoarticulares por vibraciones debidas a amortiguación insuficiente o mal diseño del asiento de conducción.
- Neumoconiosis por inhalación del polvo producido durante el trabajo.
- Estrés térmico por trabajar en épocas de altas temperaturas sin aire acondicionado en las cabinas.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- Contacto eléctrico directo por formación de arco al trabajar dentro de las distancias de seguridad de las líneas eléctricas aéreas.
- Contacto eléctrico directo con líneas eléctricas subterráneas en servicio sin señalizar.
- Interferencias con líneas de servicio enterradas (alcantarillado, agua potable, gas, etc.).
- Proyección de partículas por rotura de piezas o elementos de la maquinaria.
- Incendios:
- En trabajos de llenado de depósitos de combustibles.
- Por cortocircuito en el sistema eléctrico de la máquina.
- Explosiones por roturas de tuberías de gas.
- Quemaduras en trabajos de mantenimiento.
- Los derivados de las condiciones meteorológicas extremas.
- Los derivados del procedimiento elegido para el movimiento de tierras.
- Los derivados de las interferencias con líneas de servicio enterradas (alcantarillado, agua potable, gas, etc.).

3.10.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- La maquinaria que se utilice para el movimiento de tierras estará dotada de:
- Servofrenos.
- Freno de mano.
- Retrovisores en ambos lados.
- Pórtico de seguridad antivuelco y anti-impactos.
- Extintor.
- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- La maquinaria utilizada se inspeccionará diariamente y antes de ser puesta en marcha, en concreto se comprobará:
- El buen funcionamiento del motor, los sistemas hidráulicos, los frenos, la dirección, la bocina de retroceso, las transmisiones y las cadenas.
- Mirará alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
- Los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de stop.
- El estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engalce, en los casos que proceda.
- Los niveles de aceite y agua.
- El estado de los limpiaparabrisas, espejos y retrovisores, procediendo a retirar y limpiar todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- Estará prohibido trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, evitando así riesgos por atropello.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con señales de peligro para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- No se trabajará con la maquinaria de movimiento de tierras en la proximidad de líneas de alta tensión hasta que se haya instalado una protección ante contactos eléctricos, a no ser que se cumplan las distancias mínimas de seguridad.
- En caso de que el tren de rodadura de neumáticos entre en contacto con las líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de la bocina. Antes de realizar ninguna acción se inspeccionará el tren de neumáticos con el fin de detectar la posibilidad de puente eléctrico con el terreno; de ser posible el desalojo sin riesgo de contacto eléctrico el maquinista saltará al exterior sin tocar al unísono la máquina y el terreno. Antes de abandonar la cabina el maquinista dejará en reposo el sistema, el elemento móvil en contacto con el pavimento, el freno de mano puesto y el motor parado, retirando la llave del contacto, intentado evitar así los accidentes por fallos del sistema hidráulico.
- Toda máquina que haya entrado en contacto accidental con las líneas eléctricas será acordonada a una distancia de 5 m, avisándose a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos la posición de la máquina.
- En caso de encontrarse con una línea eléctrica no prevista, inicialmente se deberán adoptar algunas de las siguientes medidas preventivas:
- Suspender los trabajos de excavación en las proximidades de la línea.
- Descubrir la línea manualmente sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la línea para evitar su deterioro, impedir el acceso de personal a la zona en informar a la compañía suministradora.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021029

- Las pasarelas y peldaños de acceso para la conducción o el mantenimiento de la maquinaria permanecerán limpios de gravas, barros y aceites con el fin de evitar riesgos de caídas.
- Estará prohibido el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, a excepción de aquellas que estén dotadas de sillín para acompañante o de un puesto específico para permanencia de un ayudante durante los trabajos.
- Todas las labores de mantenimiento se realizarán con el motor parado.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido ante la coronación de los cortes, taludes o terraplenes a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierra para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Las tareas de replanteo o las mediciones no podrán realizarse mientras estén trabajando las máquinas para el movimiento de tierra. Será necesario esperar a que pare la máquina o a que se aleje a otros tajos.
- Estará prohibido el acopio de materiales a menos de 2 metros (como norma general) del borde de la excavación.
- Se delimitará la cuneta de los caminos que transcurran próximos a los cortes de la excavación a un mínimo de 2 m de distancia (como norma general) para evitar la caída de la maquinaria por sobrecarga del borde del corte o talud.
- Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina, el operador deberá:
- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor.
- Quedarse sentado al conducir.
- Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
- No mantener el motor de explosión en funcionamiento en locales cerrados sin el filtro correspondiente que regule las emisiones de monóxido de carbono.
- En lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.
- Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor este falto de visibilidad, estará auxiliado por un operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

3.10.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno (su uso será obligatorio al abandonar la cabina, siempre que exista riesgo de caída o golpes por objetos).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.org/cvd
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002122
VISADO

- Gafas de seguridad antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Guantes de cuero (conducción).
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Ropas de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Botas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Botas de goma o de PVC.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado para la conducción de vehículos.

3.11 RETROEXCAVADORA (SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS)

3.11.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la máquina en terrenos embarrados.
- Máquina en marcha fuera de control al abandonar la cabina de mando sin desconectar la máquina y sin bloquear los frenos.
- Vuelco de la máquina por una inclinación del terreno superior a la admisible para la circulación de la retroexcavadora.
- Caída por pendientes (trabajo al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas, y líneas de conducción de gas o de electricidad).
- Incendio.
- Quemaduras al realizar trabajos de mantenimiento.
- Atrapamiento al realizar trabajos de mantenimiento.
- Proyección de objetos.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y ambiental (al trabajar al unísono varias máquinas).
- Vibraciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos.
- Los derivados de la realización de los trabajos bajo condiciones meteorológicas extremas, sobre todo cuando se trabaja en obra pública.
- Los derivados de las operaciones necesarias para rescatar cucharones bivalva atrapados en el interior de las zanjas (situación singular).

3.11.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se acotará el entorno de la máquina a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador. Asimismo, se prohibirá la permanencia de personas en la zona de realización del trabajo.
- Las máquinas siempre irán provistas de cabina antivuelco y serán exclusivamente las indicadas por el fabricante para cada modelo.
- Se revisarán periódicamente los puntos de escape del motor para evitar que en la cabina se reciban gases nocivos.
- Las retroexcavadoras estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente. Esta medida será de especial interés en la ejecución de obras lineales en lugares alejados de los centros urbanos.
- Cumplirán todos los requisitos para poder desplazarse por carretera cuando, por tratarse de zonas alejadas a centros urbanos, no resulte aconsejable el transporte sobre camión.
- El conductor de la retroexcavadora nunca abandonará la máquina con el motor en marcha con el fin de evitar atropellos.
- Antes de abandonar la pala el operador dejará la cuchara depositada en el suelo y cerrada.
- La retroexcavadora solo se desplazará si antes se ha apoyado sobre la máquina a cuchara, previniendo así posibles balanceos.
- Los ascensos o descensos de las cucharas con carga se harán lentamente.
- Estará totalmente prohibido transportar personas sobre la retroexcavadora, en prevención de caídas, golpes, etc.
- Nunca se utilizará el brazo articulado o la cuchara para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- La cabina de estas máquinas estará dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- El personal que acceda a la cabina de mandos de la pala utilizará la vestimenta adecuada (nunca ropas flojas) y no portará joyas (cadenas relojes o anillos) que puedan engancharse en los salientes o en los controles.
- Estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Estará prohibido realizar maniobras de movimiento de tierras sin haber puesto ante en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- No se manejará la pala con la cuchara llena bajo régimen de fuertes vientos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 009199

- La retroexcavadora no se utilizará como grúa para la introducción de piezas en las zanjas, a no ser que la máquina permita ese uso y cumpla las siguientes condiciones:
- La cuchara tendrá en su pare exterior trasera una argolla soldada expresamente para efectuar cuelgues.
- El cuelgue se efectuará mediante ganchos o mosquetón de seguridad incorporado al balancín o aparejo indeformable.
- El tubo se suspenderá de los extremos en posición paralela al eje de la zanja, con la máquina puesta en la dirección de esta y sobre su directriz.
- La carga será guiada por cabos manejados por dos operarios.
- En caso de inseguridad de los paramentos de la zanja se paralizarán inmediatamente los trabajos.
- No se podrá realizar esfuerzos por encima de la carga útil de la retroexcavadora.
- Salvo en distancias muy cortas, el cambio de posición de la pala se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.
- El cambio de posición de la retroexcavadora en trabajos a media ladera se efectuará situando el brazo hacia la parte alta de las pendientes con el fin de aumentar en lo posible la estabilidad de la máquina.
- La máquina no se estacionará, como norma general, a menos de 3 metros del borde de barrancos, hoyos, zanjas y asimilables, para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- Cuando se realicen trabajos en el interior de trincheras o zanjas en la zona de alcance del brazo de la retroexcavadora.
- Se instalará una señal de peligro sobre in pie derecho como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la retroexcavadora. Esta señal se desplazará conforme avance la excavación.
- Estará prohibido verter con la pala los productos de la excavación, como norma general, a menos de 2 metros del borde de corte superior de una zanja o trinchera para evitar los riesgos por sobrecarga del terreno. Esta distancia variará en función del terreno sobre el que se actúe.

3.11.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA PARA LOS MAQUINISTAS DE LA RETROEXCAVADORA

- Se utilizarán los peldaños y asideros para subir o bajar de la maquinaria, evitando así lesiones por caídas.
- Nunca se accederá a la máquina encaramándose a través de las llantas, cubiertas, cadenas o guardabarros para prevenir caídas desde alturas.
- Se ascenderá y descenderá de la retroexcavadora de forma frontal, es decir, mirando hacia ella, agarrándose con ambas manos.
- Estará prohibido saltar directamente desde la cabina al suelo, a no ser que exista peligro inminente para el conductor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002829

- Los ajustes en la maquinaria se harán siempre con la máquina en reposo y con el motor parado.
- No estará permitido el acceso a la retroexcavadora a personal no autorizado.
- No se trabajará con la máquina en situación de semi-avería, es decir, con fallos esporádicos. Primero se reparará y luego se reanudará el trabajo.
- En las operaciones de mantenimiento se apoyará primero la cuchara en el suelo, se parará el motor, se pondrá en servicio el freno de mano y se bloqueará la máquina. A continuación, se realizarán las operaciones de servicio que sean necesarias.
- No se guardarán combustibles ni trapos grasientos en la cabina de la retroexcavadora ya que pueden incendiarse.
- La tapa del radiador nunca se levantará en caliente, puesto que los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causarle quemaduras.
- Cuando sea necesario tocar el líquido anticorrosión el operario utilizará guantes, además de gafas antiproyecciones.
- El aceite del motor y del sistema hidráulico se cambiará en frío con el fin de evitar quemaduras.
- No se fumará ni se acercará fuego durante la manipulación de los líquidos de la batería, ya que desprenden gases inflamables.
- Cuando sea necesario tocar el líquido de la batería se hará provisto de guantes ya que es corrosivo.
- En caso de sea preciso manipular el sistema eléctrico primeramente se desconectará la máquina y se extraerá la llave de contacto.
- Si es necesario soldar las tuberías del sistema hidráulico, antes de actuar se vaciarán y se limpiarán de aceite ya que se trata de un material inflamable.
- Los frenos de la máquina se liberarán en posición de parada una vez que se hayan instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Cuando sea necesario arrancar la retroexcavadora ayudado por la batería de otra máquina se tomarán las precauciones necesarias para evitar chisporroteos, ya que los electrolitos emiten gases inflamables y una chispa puede hacer explosionar la batería.
- Se vigilará la presión de los neumáticos, trabajando con la presión de inflado recomendada por el fabricante.
- El operador que efectúe el relleno de las ruedas se situará tras la banda de rodadura y apartado del punto de conexión, ya que en caso de que se produjera un reventón del conjunto de goma o de la boquilla puede convertir al conjunto en un látigo.
- Durante los desplazamientos se tomarán toda clase de precauciones, ya que la cuchara bivalva puede oscilar en todas direcciones y golpear la cabina o a las personas que trabajan en los alrededores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00929

- Antes de iniciar cada turno de trabajo se comprobará el correcto funcionamiento de los mandos. Asimismo, se ajustará el asiento para que se puedan alcanzar con comodidad y sin dificultades los controles, evitando fatigas innecesarias.
- Las operaciones de control del buen funcionamiento de los mandos se harán con marchas sumamente lentas.
- Si el operario se encuentra con cables eléctricos al efectuar sus tareas no saldrá de la máquina sin haber interrumpido el contacto y haber alejado la retroexcavadora del lugar.

3.11.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Gafas antiproyecciones.
- Casco de polietileno cuando existan riesgos de golpes en la cabeza.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Botas antideslizantes cuando se trabaje en terrenos secos.
- Botas impermeables cuando se trabaje en terrenos embarrados.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Mandil de cuero o PVC para las operaciones de mantenimiento.
- Polainas de cuero para las operaciones de mantenimiento.
- Botas de seguridad con puntera reforzada para las operaciones de mantenimiento.

3.12 PALA CARGADORA (SOBRE ORUGAS O SOBRE NEUMÁTICOS)

3.12.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Atropello (por mala visibilidad, velocidad inadecuada, etc.).
- Deslizamiento de la maquinaria (terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la pala cargadora).
- Caída de la pala por pendientes (aproximación excesiva al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Choque contra otros vehículos.
- Contactos con líneas eléctricas (aéreas o enterradas).
- Interferencias con infraestructuras urbanas (alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o eléctricas).
- Desplomes de taludes o de frentes de excavación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Incendio.
- Quemaduras derivadas de los trabajos de mantenimiento.
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos durante el trabajo.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido, tanto de la propia pala como de la maquinaria existente a su alrededor.
- Vibraciones.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.).
- Los derivados de los trabajos en condiciones meteorológicas extremas.
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.

3.12.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las palas cargadoras estarán dotadas de protección de cabina antivuelco aislada o de pórtico de seguridad, siendo éstas las diseñadas expresamente por el fabricante para cada modelo.
- Las protecciones de la cabina antivuelco no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor con el fin de asegurar que el conductor no recibe gases en la cabina procedentes de la combustión.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente. Esta medida será de espacial interés cuando se realicen trabajos en solitario o aislados.
- Cuando sea necesario que una pala cargadora transite por la vía pública deberá cumplir con las disposiciones legales necesarias para estar autorizadas.
- Los conductores no podrán abandonar la máquina con el motor en marcha.
- Estará prohibido que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- Cuando se realicen transportes de tierra la cuchara permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en marcha de la cuchara se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- Estará totalmente prohibido transportar personas en el interior de la cuchara.
- La circulación sobre terrenos desiguales se hará a velocidad lenta.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de un extintor timbrado y con las revisiones al día.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Estará prohibido izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Sólo se trabajará en las palas cargadoras utilizando la vestimenta adecuada, es decir, ceñida al cuerpo, evitando así enganches en salientes, controles, etc.
- No podrá encaramarse nadie a la pala durante la realización de cualquier movimiento.
- No se podrá subir o bajar de la pala en marcha.
- Las palas estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Antes de arrancar el motor el operario se cerciorará de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Estará prohibido dormitar bajo la sombra proyectada por las palas cargadoras en reposo.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en pozos o zanjas próximas al lugar de la excavación.
- Los conductores, antes de realizar nuevos recorridos, harán a pie el camino con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a las oscilaciones verticales u horizontales de la cuchara.
- No se manejarán grandes cargas bajo el régimen de fuertes vientos.

3.12.3 NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA PARA LOS MAQUINISTAS DE LA PALA CARGADORA

- Para subir o bajar de la pala cargadora se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, con la intención de evitar lesiones por caídas a distinto nivel.
- Nunca se ascenderá al puesto de control utilizando las llantas, cadenas y guardabarros.
- Se ascenderá y descenderá de la maquinaria frontalmente y agarrando los asideros con ambas manos.
- No se saltará nunca directamente al suelo si no es por un peligro inminente.
- No se realizarán ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, ya que se podrían sufrir lesiones.
- No se permitirá a las personas no autorizadas que accedan a la máquina ya que pueden provocar accidentes o lesionarse.
- Nunca se trabajará con una máquina en situación de avería o semi-avería. Primero se reparará y luego se reiniciará el trabajo.
- Cuando sea necesario realizar alguna reparación o labor de mantenimiento primero se apoyará en el suelo la cuchara, a continuación, se parará el motor, se pondrá el freno de mano y se bloqueará la maquina; y, por último, se realizarán las operaciones de mantenimiento o servicio necesarias.
- No se guardarán trapos grasientos ni combustibles sobre la pala ya que pueden incendiarse.
- En caso de calentamiento del motor, no se abrirá directamente la tapa del radiador ya que el vapor desprendido podría causar graves quemaduras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Se evitará tocar el líquido anticorrosión. En caso de que sea necesario hacerlo se utilizarán guantes y gafas antiproyecciones.
- El aceite del motor se cambiará cuando el motor esté frío.
- Estará prohibido fumar mientras que se manipula la batería ya que puede incendiarse.
- Estará prohibido fumar cuando se abastezca el combustible porque puede inflamarse.
- No se tocará el electrolito de la batería con los dedos. En caso de que deba manipularse se utilizarán guantes impermeables.
- Se comprobará antes de dar servicio a la máquina que se ha instalado el eslabón de traba.
- Cuando sea necesario manipular el sistema eléctrico previamente se desconectará el motor y se retirará totalmente la llave del contacto.
- Cuando se utilice aire a presión para limpiar la máquina el operario se protegerá con mascarilla, mono, mandil y guantes de goma, evitando así lesiones por proyección de objetos.
- Las tuberías del sistema hidráulico se vaciarán y se limpiarán de aceite antes de ser soldadas, ya que el aceite del sistema hidráulico es inflamable.
- No se liberarán los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Cuando sea necesario arrancar la máquina mediante la batería de otra se tomarán todas las precaucione para evitar chisporroteos de los cables, ya que los líquidos de las baterías desprenden gases inflamables y pueden inflamarse con las chispas.
- Se vigilará la presión de los neumáticos, trabajando con el nivel recomendado por el fabricante.
- El operador que efectúe el relleno de las ruedas se situará tras la banda de rodadura y apartado del punto de conexión, ya que en caso de que se produjera un reventón del conjunto de goma o de la boquilla puede convertir al conjunto en un látigo.

3.12.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Gafas antiprotecciones.
- Casco de polietileno cuando exista riesgo de golpes en la cabeza.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Calzado antideslizante.
- Botas impermeables (cuando se trabaje en terrenos embarrados).
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Mandil de cuero en operaciones de mantenimiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Polainas de cuero en operaciones de mantenimiento.
- Calzado para conducción.

3.13 CAMIÓN DE TRANSPORTE

3.13.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Atropellos de personas.
- Choques contra otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Vuelco por desplazamiento de la carga.
- Caídas al subir o bajar de la caja.
- Atrapamientos por apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas.

3.13.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- La caja se bajará inmediatamente después de efectuar la descarga y ante de emprender la marcha.
- Las entradas y salidas del solar se harán con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Se respetarán todas las normas del código de la circulación.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que para en rampa de acceso el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Se respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras que se efectúen dentro del recinto se ejecutarán suavemente y sin brusquedades, anunciándolas con antelación y auxiliándose del personal de obra.
- Se bajará totalmente la caja del camión antes de efectuar cualquier operación de carga o descarga.
- La velocidad de circulación del camino estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Estará prohibida la permanencia de personal en las inmediaciones del camión cuando se realicen tareas de carga y descarga.
- Cuando se realicen cargas o descargas en las proximidades de una zanja o pozo se establecerá una distancia máxima de acercamiento, como norma general de 1 m, garantizándola mediante topes.
- Estará prohibida la presencia de personas en la caja o tolva.
- Antes de dar marcha atrás se comprobará que la zona está despejada y que las luces y chivato acústico entran en funcionamiento.
- Los camiones se encontrarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 8021929

- Antes de iniciar las maniobras de carga o descarga se instalará el freno de mano del camión, además de unos calzos de inmovilización de las ruedas con el fin de evitar accidentes por fallo mecánico.
- 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.

3.13.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA LOS TRABAJOS DE CARGA EN LOS CAMIONES

- Se utilizarán guantes o manoplas de cuero y botas de seguridad cuando sea necesario manipular la carga del camión.
- Estará prohibido gatear o trepar a la caja del camión. Se deberán utilizar escalerillas.
- No se saltará al suelo desde la caja si no es para evitar un riesgo grave, ya que en el salto pueden fracturarse los talones.
- Si se abandona la cabina del camión deberá utilizarse casco de seguridad.

3.13.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno cuando sea necesario descender del camión.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Manoplas o guante de cuero cuando sea necesario manipular cargas.
- Calzado para conducción de camiones (calzado de calle).

3.14 CAMIÓN GRÚA

3.14.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caídas de operarios desde una altura al ascender o descender de la zona de mandos.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales.

3.14.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán, además de los gatos estabilizadores, calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas.
- Las maniobras de carga y descarga las dirigirá un especialista.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillo de seguridad.
- Estará expresamente prohibido sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible las maniobras serán dirigidas por un señalista para prevenir los riesgos por maniobras incorrectas.
- Cuando el camión tenga que circular por terrenos inclinados se considerarán las siguientes normas.
- Las rampas de acceso al camión grúa no superarán inclinaciones del 20 % como norma general, como medida de prevención de riesgos de atoramiento o vuelco.
- Estará prohibido realizar la suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, previniendo así accidentes por vuelco.
- Estará prohibido estacionar o circular con el camión grúa a distancias inferiores a 2 metros (como norma general) del corte del terreno o de situaciones similares (próximo a un muro de contención, etc.), con el fin de evitar accidentes por vuelco.
- No se realizarán tirones sesgados de la carga.
- Estará prohibido arrastrar cargas con el camión grúa.
- Las cargas en suspensión se guiarán mediante cabos de gobierno con el fin de evitar golpes y balanceos.
- No se permitirá la presencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m.
- Estará prohibida la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

3.14.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA LOS OPERADORES DEL CAMIÓN GRÚA

- La máquina se mantendrá alejada de terrenos inseguros o propensos a hundimientos ya que pueden volcar y provocar lesiones.
- Se evitará pasar el brazo de la grúa sobre el personal, tanto si tiene carga como si no.
- El operador del camión grúa nunca dará marcha atrás sin la ayuda de un señalista ya que tras la máquina puede haber objetos u operarios.
- Se ascenderá y descenderá del camión por los lugares previstos para ello.
- No se saltará nunca directamente al suelo desde la máquina, a no ser que se produzca un riesgo inminente para su integridad física.
- En caso de entrar en contacto con una línea eléctrica el operario del camión deberá pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones. No se debe intentar abandonar la cabina, aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado ya que se podría sufrir lesiones. Deberá evitar que el resto de los operarios toquen el vehículo puesto que podría estar cargado de electricidad.
- En sitios angostos el conductor del camión grúa deberá pedir ayuda a un señalista para realizar maniobras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://www.coitim.es
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002198

- Antes de cruzar un puente provisional de obra el conductor deberá cerciorarse de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Deberá asegurarse la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar un desplazamiento. Deberá ponerse en posición de viaje para evitar accidentes por movimientos descontrolados.
- Estará prohibido, y será misión del operador de la grúa impedirlo, encaramarse a la carga y colgarse de su gancho.
- Antes de subir a la cabina el operario del camión se limpiará los zapatos del barro o grava que pudieran tener, evitando así resbalones en esta operación y un control inadecuado de los pedales.
- No se realizarán nunca arrastres o tirones sesgados ya que puede dañarse el sistema hidráulico del brazo y, en el peor de los casos, la grúa puede volcar.
- Deberá mantenerse a la vista la carga. Si en algún momento debe mirar hacia otro lado será necesario que pare las maniobras.
- No podrá sobrepasarse la carga máxima para ser izada.
- Se levantará una carga de cada vez, ya que manejar varios objetos distintos puede resultar problemático.
- Antes de levantar una carga deberán ponerse en servicio los gatos estabilizadores, en la posición totalmente extendidos.
- Estará prohibido abandonar la máquina con carga suspendida.
- Se cuidará que no haya operarios bajo cargas suspendidas, evitando así el riesgo de lesiones por caída de objetos desprendidos.
- Antes de izar una carga se comprobará en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. Nunca se sobrepasará este límite ya que la máquina podría volcar.
- Tanto el conductor del camión como el resto de los operarios respetarán todas las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina.
- Se evitará en todo momento el contacto con el brazo telescópico en servicio, con el fin de evitar atrapamientos.
- Se comprobarán todos los dispositivos de frenado antes de poner en servicio la máquina.
- No se utilizarán aparejos, balancines, eslingas o estrobos defectuosos o dañados.
- Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos tendrán un pestillo de seguridad que evite el enganche fortuito.

3.14.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

- Ropa de trabajo.
- Calzado para conducción.

3.15 GRÚA AUTOPROPULSADA

3.15.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Vuelco.
- Atrapamientos.
- Caídas de operarios desde una altura al ascender o descender de la zona de mandos.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales.

3.15.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán, además de los gatos estabilizadores, calzos inmovilizadores en todas las ruedas.
- Las maniobras de carga y descarga las dirigirá un especialista.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillo de seguridad.
- Estará expresamente prohibido sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante en función de la extensión brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible las maniobras serán dirigidas por un señalista para prevenir los riesgos por maniobras incorrectas.
- Cuando la grúa tenga que circular por terrenos inclinados se considerarán las siguientes normas:
- Las rampas de acceso no superarán inclinaciones del 20% como norma general, como medida de prevención de riesgos de atoramiento o vuelco.
- Estará prohibido realizar la suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo de la grúa esté inclinada hacia el lado de la carga, previniendo así accidentes por vuelco.
- Estará prohibido estacionar o circular con la grúa a distancias inferiores a 2 metros (como norma general) del corte del terreno o de situaciones similares (próximo a un muro de contención, etc.), con el fin de evitar accidentes por vuelco.
- No se realizarán tirones sesgados de la carga.
- Estará prohibido arrastrar cargas con la grúa.
- Las cargas en suspensión se guiarán mediante cabos de gobierno con el fin de evitar golpes y balanceos.
- No se permitirá la presencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 8021929

- Estará prohibida la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- El conductor de la grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

3.15.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA LOS OPERADORES DE LA GRÚA

- La máquina se mantendrá alejada de terrenos inseguros o propensos a hundimientos ya que pueden volcar y provocar lesiones.
- Se evitará pasar el brazo de la grúa sobre el personal, tanto si tiene carga como si no.
- El operador de la grúa nunca dará marcha atrás sin la ayuda de un señalista ya que tras la máquina puede haber objetos u operarios.
- Se ascenderá y descenderá del camión por los lugares previstos para ello.
- No se saltará nunca directamente al suelo desde la máquina, a no ser que se produzca un riesgo inminente para su integridad física.
- En caso de entrar en contacto con una línea eléctrica el operario del camión deberá pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones. No se debe intentar abandonar la cabina, aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado ya que se podría sufrir lesiones. Deberá evitar que el resto de los operarios toquen el vehículo puesto que podría estar cargado de electricidad.
- En sitios angostos el conductor del camión grúa deberá pedir ayuda a un señalista para realizar maniobras.
- Antes de cruzar un puente provisional de obra el conductor deberá cerciorarse de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Deberá asegurarse la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar un desplazamiento. Deberá ponerse en posición de viaje para evitar accidentes por movimientos descontrolados.
- Estará prohibido, y será misión del operador de la grúa impedirlo, encaramarse a la carga y colgarse de su gancho.
- Antes de subir a la cabina el operario del camión se limpiará los zapatos del barro o grava que pudieran tener, evitando así resbalones en esta operación y un control inadecuado de los pedales.
- No se realizarán nunca arrastres o tirones sesgados ya que puede dañarse el sistema hidráulico del brazo y, en el peor de los casos, la grúa puede volcar.
- Deberá mantenerse a la vista la carga. Si en algún momento debe mirar hacia otro lado será necesario que pare las maniobras.
- No podrá sobrepasarse la carga máxima para ser izada.
- Se levantará una carga de cada vez, ya que manejar varios objetos distintos puede resultar problemático.
- Antes de levantar una carga deberán ponerse en servicio los gatos estabilizadores, en la posición totalmente extendidos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 082129

- Estará prohibido abandonar la máquina con carga suspendida.
- Se cuidará que no haya operarios bajo cargas suspendidas, evitando así el riesgo de lesiones por caída de objetos desprendidos.
- Antes de izar una carga se comprobará en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. Nunca se sobrepasará este límite ya que la máquina podría volcar.
- Tanto el conductor del camión como el resto de los operarios respetarán todas las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina.
- Se evitará en todo momento el contacto con el brazo telescópico en servicio, con el fin de evitar atrapamientos.
- Se comprobarán todos los dispositivos de frenado antes de poner en servicio la máquina.
- No se utilizarán aparejos, balancines, eslingas o estrobos defectuosos o dañados.
- Todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos tendrán un pestillo de seguridad que evite el enganche fortuito.

3.15.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado para conducción.

3.16 CAMIÓN HORMIGONERA

3.16.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Atropello de personas.
- Colisión con otras máquinas.
- Vuelco de camión.
- Caída en el interior de una zanja.
- Caída de personas desde el camión.
- Golpes por el manejo de las canaletas.
- Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o de limpieza.
- Golpes por el cubilote del hormigón.
- Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.
- Las derivadas del contacto con el hormigón.
- Sobreesfuerzos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

3.16.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20%, como norma general, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas.
- Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas de los camiones sobrepasen la línea de seguridad (a 2 m del borde).
- Cuando el operario tenga que salir de la cabina del camión deberá utilizar el casco de seguridad.

3.16.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Botas impermeables de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Mandil impermeable (limpieza de canaletas).
- Guantes impermeabilizados.
- Calzado para conducción de camiones.

3.17 HORMIGONERA ELÉCTRICA O DE GASOLINA

3.17.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Atrapamientos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.

3.17.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las hormigoneras no se ubicarán a distancias inferiores a 3 m, como norma general, del borde de la excavación, zanja, vaciado o asimilable, con el fin de evitar riesgos de caída a otro nivel.
- Las hormigoneras no se instalarán en el interior de zonas batidas por cargas suspendidas del gancho de la grúa, previniendo así riesgos por derrames o caídas de la carga.
- La zona de ubicación de la hormigonera quedará señalizada mediante una señal de peligro y con un rótulo con la leyenda “PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS”, para prevenir los accidentes por impericia.
- Las hormigoneras tendrán protegidas mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión (correa, corona y engranajes), para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las hormigoneras estarán dotadas de freno de basculamiento de bombo para evitar los sobreesfuerzos y los riesgos por movimientos descontrolados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- La alimentación eléctrica se realizará de forma aérea a través del cuadro auxiliar, en combinación con la tierra y los disyuntores del cuadro general (o de distribución) eléctrico, con el fin de prevenir los riesgos de contacto con la energía eléctrica.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención de riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual se efectuarán desconectando previamente la hormigonera de la red, previniendo así accidentes por contactos eléctricos.
- Tendrá perfectamente protegidos los elementos móviles con defensas, resguardos o separadores de material recio y fijado sólidamente a la máquina. Serán desmontables para casos de limpieza, reparaciones, engrases, sustitución de piezas, etc.
- Si la hormigonera se alimenta con corriente eléctrica y las masas de toda la máquina están puestas a tierra, siendo esta inferior a 80 ohmios, la base de conexión de la manguera al cuadro estará protegida con un interruptor diferencial de 300 miliamperios. En caso contrario, los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad (30 mA).
- La máquina estará ubicada en lugar permanente y estable que no pueda ocasionar vuelcos o desplazamientos involuntarios.
- La zona de trabajo estará lo más ordenada posible, libre de elementos innecesarios, y con toma de agua próxima.

3.17.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Gafas de seguridad antipolvo.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma o PVC.
- Guantes impermeabilizados (manejo de cargas).
- Botas de seguridad de goma o PVC.
- Trajes impermeables.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

3.18 VIBRADOR DE AGUJA

3.18.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Contacto eléctrico directo.
- Contacto eléctrico indirecto.
- Proyección de lechada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929
VISADO

3.18.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de aislamiento y estanqueidad.
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándoselo alrededor del cuello; se efectuará, si procede, entre dos personas (en función de su longitud).
- Se utilizarán guantes de goma debajo de los guantes de cuero.
- El calzado será de goma (bota de caña alta), con plantilla y puntera de seguridad. Asimismo, se utilizarán gafas de tipo panorámico contra salpicaduras y casco de seguridad.
- La desconexión del cable nunca se realizará tirando del mismo.
- La manguera de alimentación eléctrica estará siempre en perfectas condiciones de aislamiento y protegida en las zonas de paso.
- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- Si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Para evitar descargas eléctricas, el vibrador tendrá una toma de tierra.
- Se aplicarán correctamente las medidas sobre el levantamiento de cargas manualmente, tal y como se define en el R.D. 487/97.

3.18.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas de goma con puntera y plantilla reforzada.
- Gafas de protección ocular tipo panorámicas.
- Casco de seguridad.
- Guantes de goma.
- Guantes de cuero.

3.19 MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL

3.19.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Ruido.
- Explosión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

3.19.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las máquinas-herramienta que se utilicen estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramienta estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, con el fin de evitar los riesgos por atrapamiento o los contactos con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices de las correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Toda reparación o ajuste que se deba hacer en la maquinaria se llevará a cabo con el motor parado.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante montacorreas o dispositivos similares, nunca con destornilladores, las manos, etc., para evitar el riesgo por atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán siempre protegidas mediante bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos. Se adaptará idéntica medida en el caso de utilizar bancos de accionamiento manual con engranajes o maquinaria con tornillos si fin.
- Cuando una máquina se encuentre en situación de avería o semi-avería se paralizará inmediatamente el trabajo, y se señalizará la máquina con un cartel con la leyenda “NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO”. Para mayor seguridad se le retirarán los fusibles o contactores. Estos letreros los colocará y retirará la misma persona.
- Las máquinas herramienta con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramienta que no estén protegidas eléctricamente mediante un sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- Las máquinas-herramienta que se vayan a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos estarán protegidas por carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento se realizará mediante conexión a transformadores de 24 V.
- En prevención por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- No se podrán dejar en el suelo las herramientas eléctricas de corte (taladros o asimilables), con el fin de evitar accidentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002492
VISADO

3.19.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de polietileno.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o PVC.
- Botas de goma o PVC.
- Mandil, polainas de cuero (en caso de soldadura).
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Gafas de seguridad antipolvo.
- Gafas de seguridad anti-impactos.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico especifico recambiable.
- Ropa de trabajo.

3.20 HERRAMIENTAS MANUALES

3.20.1 CAUSAS DE LOS RIESGOS

- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "in situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca. a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

3.20.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillear, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Cuando se trabaje en altura con herramientas éstas se transportarán de modo que no entorpezcan la elevación, usando cuerdas o bolsas para elevarlas. Se tendrá cuidado para disponerlas en lugares donde no puedan caerse y dañar a terceros.

3.20.3 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

- Guantes.
- Gafas anti-impactos.

3.21 HERRAMIENTAS PUNZANTES

3.21.1 CAUSAS DE LOS RIESGOS

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

3.21.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Se transportarán en fundas o cajas, y se depositarán en ellas cuando no se utilicen. No se transportarán nunca en los bolsillos.
- Se comprobará la dureza del material para elegir la herramienta adecuada.
- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. Nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. Hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.
- Cuando se trabaje en altura con herramientas éstas se transportarán de modo que no entorpezcan la elevación, usando cuerdas o bolsas para elevarlas. Se tendrá cuidado para disponerlas en lugares donde no puedan caerse y dañar a terceros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.21.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Gafas anti-impactos de seguridad.
- Pantallas faciales protectoras.
- Protectores de goma para asir la herramienta y absorber el impacto fallido.

3.22 HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN

3.22.1 CAUSAS DE LOS RIESGOS

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al mástil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

3.22.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Se transportarán en fundas o cajas portaherramientas, y se depositarán en ellas cuando no se utilicen. No se transportarán nunca en los bolsillos.
- Se comprobará la dureza del material para elegir la herramienta adecuada.
- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.
- Cuando se trabaje en altura con herramientas éstas se transportarán de modo que no entorpezcan la elevación, usando cuerdas o bolsas para elevarlas. Se tendrá cuidado para disponerlas en lugares donde no puedan caerse y dañar a terceros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.22.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Gafas anti-impactos de seguridad.
- Pantallas faciales protectoras abatibles.
- Protectores de goma para asir la herramienta.

3.23 MOTOSIERRA Y DESBROZADORA

3.23.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Cortes.
- Golpes por objetos.
- Abrasiones.
- Atrapamientos.
- Emisión de partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Emisión de polvo.
- Ruido ambiental.
- Contacto con la energía eléctrica.

3.23.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:
- Carcasa de cubrición de disco.
- Carcasa de protección.
- El mantenimiento de la motosierra lo realizará personal especializado para tal menester, evitando accidentes por impericia.

3.23.3 NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE LA MOTOSIERRA Y DESBROZADORA

- No se retirará la protección del disco de corte.
- Si la máquina se detiene el trabajador cesará su actividad, quitará el contacto y avisará al encargado de obra.
- Antes de iniciar el corte y con la máquina parada se girará el disco o la cadena con la mano. Se sustituirá si está rajado o le falta algún diente.
- Siempre que se realice un corte el operario utilizará gafas de seguridad antiproyección para evitar daños en los ojos.
- El corte se efectuará a la intemperie o en un local muy ventilado.
- Se efectuará el corte a sotavento para evitar que alcancen al trabajador las partículas.

3.23.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- Casco de polietileno.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Ropa de trabajo anti corte para bloqueo de discos y cadenas
- Botas de seguridad.
- Guante de cuero, preferiblemente muy ajustados.

3.24 TALADRO PORTÁTIL

3.24.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Contacto con la energía eléctrica, tanto directa como indirectamente.
- Atrapamientos.
- Erosiones en las manos.
- Cortes.
- Golpes por fragmentos en la cara o en el cuerpo.
- Los derivados de la rotura de la broca o del disco.
- Los derivados del mal montaje de la broca o del disco.

3.24.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las maquinas eléctricas portátiles son las siguientes:
- Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
- Al terminar se dejará la maquina limpia y desconectada de la corriente.
- Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v como máximo o mediante transformadores separadores de circuitos.

3.24.3 NORMAS DE SEGURIDAD AL UTILIZAR EL TALADRO

- Se comprobará que el aparato no carece de ninguna de las piezas constituyentes de su carcasa de protección (o la tiene deteriorada). En caso afirmativo se comunicará para que sea reparada la anomalía. Mientras no se utilizará.
- Se comprobará el estado del cable y de la clavija de conexión; Se rechazará el aparato si aparece con repelones que dejan al descubierto los hilos de cobre o si tienen empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante, etc., evitando así los contactos con la energía eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Se elegirá siempre la broca adecuada para el material a taladrar.
- No se realizarán taladros inclinados a pulso.
- Nunca se intentará agrandar el orificio oscilando a su alrededor la broca. Si se desea agrandar un agujero se utilizarán brocas de mayor sección.
- El montaje y desmontaje de brocas se hará utilizando la llave y con el mandril parado.
- No se realizará un taladro en una sola maniobra. Primero se marcará el punto a horadar con el puntero, a continuación, se aplicará la broca y se emboquillará.
- No se efectuarán operaciones de bricolaje en los taladros. Se le dará al encargado para que los reparen.
- No se presionará excesivamente el aparato ya que puede romperse la broca y causar lesiones.
- Se evitará recalentar las brocas.
- El taladro se depositará en el suelo cuando haya cesado su movimiento.
- Se desconectará el taladro de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones de cambio de broca.
- Estará prohibido depositar en el suelo o dejar abandonado conectado a la red eléctrica el taladro portátil.
- Se utilizarán gafas anti-impacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo que se utilice no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuce en polvo finos se utilizará mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina y limpiar la herramienta y sus brocas antes de guardarla.

3.24.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Calzado con suela antideslizante (para trabajos de acabado).
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad (antiproyecciones).
- Guantes de cuero.

3.25 ANDAMIOS

3.25.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Caídas a distinto nivel (al entrar o al salir).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Caídas al vacío.
- Caídas al mismo nivel.
- Desplome del andamio.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramientas, materiales).
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos
- Los derivados del padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

3.25.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los andamios se arriostrarán siempre para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subirse a una plataforma andamiada se revisarán toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- Los tramos verticales de los andamios se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- En caso de que sea necesario utilizar andamios en terrenos inclinados, se suplementarán los pies derechos mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm de anchura y se anclarán firmemente a los apoyos, de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.
- Las plataformas de trabajo que se ubiquen a más de 2 m de altura poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de alturas, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés. Esta barandilla podrá ser sustituida por una red de seguridad tensa que cubra los 90 cm que debería cubrir la barandilla o por una red que cubra toda la altura instalada vertical.
- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- Los tablones que formen las plataformas tendrán buen aspecto, carecerán de defectos visibles y nudos que mermen su resistencia. Además, estarán limpios, de tal forma que puedan apreciarse los defectos por uso.
- Estará prohibido abandonar en las plataformas sobre los andamios materiales o herramientas, ya que pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.
- No se arrojarán escombros directamente desde los andamios, sino que se recogerán y se descargarán de planta en planta, o bien se verterán a través de trompas.
- No se fabricarán morteros o asimilables directamente sobre las plataformas de los andamios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021920

- La distancia de separación entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm, en prevención de caídas.
- No se correrá por las plataformas sobre los andamios, con el fin de evitar los accidentes por caídas.
- Estará prohibido saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio; en su lugar, el paso se realizará mediante una pasarela instalada a tal efecto.
- Los andamios serán capaces de soportar cuatro veces la carga máxima prevista.
- Los andamios se inspeccionarán diariamente antes del inicio de los trabajos para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación o sustitución.
- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura en los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad, necesario para la permanencia o paso en los andamios.
- Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que vaya a trabajar en la obra intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardíacos, etc.) que puedan padecer y provocar accidentes al operario.
- Los materiales con los que se realice el andamio tendrán una buena protección contra la corrosión atmosférica.
- La resistencia y la rigidez de las bases serán las adecuadas para transmitir con efectividad la carga.
- La pieza de apoyo de cada tendrá un espesor mínimo igual a 5 mm y la superficie de contacto con su plano de apoyo será como mínimo de 150 cm2. La anchura mínima será de 120mm
- Las bases no regulables tendrán incorporado de forma permanente un dispositivo de centrado con una longitud mínima de 50mm. Este dispositivo no permitirá que exista un desplazamiento lateral superior a 11mm.
- Las bases regulables se utilizarán con un husillo de ajuste en posición central cuyo diámetro permitirá que, sin carga, la inclinación del eje del vástago con relación al eje de los elementos verticales no sobrepase el 2,5 %.
- La plataforma dispondrá de elementos duraderos y tendrá una superficie antideslizante. Estos elementos estarán provistos de un sistema de seguridad que impida que el viento pueda levantarla so volcarlas.
- Las aberturas practicadas en los pisos no tendrán más de 25 mm de ancho. Cuando la superficie de la plataforma dispone de aberturas de acceso, éstas estarán protegidas o podrán ser cerradas.
- Todos elementos de protección lateral no podrán ser extraíble salvo por una acción directa intencionada.
- El andamio dispondrá de sistemas de fijación que permitan acoplar una protección junto a la plataforma compuesta por:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00[illegible]
VISADO

- Dos barandillas.
- Un rodapié con el fin de evitar que rueden los objetos o que caigan desde la plataforma al suelo.
- Una protección entre la barandilla y el rodapié capaz de reducir el riesgo de caída de una persona o de grandes objetos.
- La altura mínima libre para la circulación será superior a 1,75 m.
- La anchura mínima de circulación, medida en un punto cualquiera, será igual o superior a 500mm.

3.25.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad (según casos).
- Calzado antideslizante (según casos).
- Cinturón de seguridad clases A o C.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para ambientes lluviosos.

3.26 ESCALERAS DE MANO

3.26.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Caídas de operarios a distinto nivel por:
- Desequilibrios subiendo cargas.
- Desequilibrios al inclinarse lateralmente para realizar trabajos.
- Rotura de peldaños o montantes (vejez, nudos, mala reparación, etc.).
- Pérdida de equilibrio al resbalar en los peldaños (suciedad, calzado inadecuado, etc.).
- Subida o bajada de espaldas a la escalera.
- Mala posición del cuerpo, manos o pies.
- Oscilación de la escalera.
- Gestos bruscos de los operarios.
- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas al vacío.
- Caídas de objetos sobre otras personas.
- Deslizamiento o vuelco lateral de la cabeza de la escalera por apoyo precario o irregular, mala situación, viento o deslizamiento lateral del operario.
- Deslizamiento del pie de la escalera por ausencia de zapatas antideslizantes, poca inclinación, apoyo en pendiente, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Basculamiento de la escalera hacia atrás por longitud insuficiente y excesiva verticalidad.
- Rotura por defectos ocultos.
- Colapso de la escalera por rotura de la cuerda o cadena anti-abertura en escaleras de tijera.
- Atrapamientos por:
- Operaciones de plagado y desplegado en escaleras extensibles.
- Operaciones de extensión y retracción de escaleras extensibles.
- Desencaje de los herrajes de ensamblaje de las cabezas de escaleras de tijera o transformables.
- Contactos eléctricos directos con líneas eléctricas o partes activas en tensión.
- Contactos eléctricos indirectos con la masa de la maquinaria eléctrica.
- Los derivados de usos inadecuados o montajes peligrosos como:
- Empalmes para aumentar su longitud.
- Peldaños clavados a los largueros.
- Longitud insuficiente en relación con la altura a salvar.
- Utilización como soporte para plataformas de trabajo.
- Formación de plataformas de trabajo.

3.26.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

3.26.2.1 DE APLICACIÓN AL USO DE ESCALERAS DE MADERA

- Las escaleras de madera que se utilicen tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños o travesaños de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes para que no oculten los posibles defectos.
- Las escaleras de madera se guardarán a cubierto y se utilizarán preferentemente para usos internos de la obra, dejando las metálicas para utilización en exteriores.

3.26.2.2 DE APLICACIÓN AL USO DE ESCALERAS METÁLICAS

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin abolladuras o deformaciones que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidación con el fin de preservarlas de las agresiones de la intemperie. También podrán utilizarse escaleras de aluminio.
- Estará prohibido suplementar las escaleras de mano metálicas con uniones soldadas.
- El empalme de las escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3.26.2.3 DE APLICACIÓN AL USO DE ESCALERAS DE TIJERA

- Se tendrán en cuanta las indicaciones dadas en los apartados anteriores, en función del material con el que se hayan construido.
- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura, y hacia la mitad de su altura, de una cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- Se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso estarán montadas con los largueros en posición máxima de apertura para no mermar su seguridad.
- Nunca se utilizará este tipo de escaleras a modo de andamios de borriquetas para sustentar plataformas de trabajo.
- No se utilizará este tipo de escaleras si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los tres últimos peldaños. En su lugar se utilizará una escalera de mayor altura u otro medio auxiliar que de la altura requerida y que permita trabajar con mayor seguridad.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales o sobre superficies provisionales horizontales, evitando ser desplegadas sobre cajones, bloques o materiales diversos por ser situaciones inestables de alto riesgo.

3.26.2.4 PARA EL USO DE ESCALERAS DE MANO, INDEPENDIENTEMENTE DE LOS MATERIALES QUE LAS CONSTITUYEN

- Estará prohibida la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m.
- Las escaleras que se utilicen estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- Las escaleras de mano se amarrarán firmemente en su extremo superior al objeto o estructura la que dan acceso, impidiendo así un deslizamiento o basculamiento lateral.
- Las escaleras de mano que se utilicen sobrepasarán en 90 cm la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco al extremo superior del larguero.
- Se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical superior ¼ de la longitud del larguero entre apoyos.
- En caso de que la escalera se utilice para salvar alturas superiores a 3 m en obras civiles o bajo régimen de fuertes vientos será necesario utilizar cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paracaídas.
- Estará prohibido transportar pesos a mano o a hombro superiores a 25 kg sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar su estabilidad.
- Los operarios que accedan a la obra utilizando escaleras de mano lo harán uno a uno, estando prohibida la utilización de este medio auxiliar por dos o más operarios a la vez.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129
VISADO

- El ascenso y descenso a través de escaleras de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

3.26.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o PVC
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad clase A o C.

3.27 MANEJO DE CARGAS POR MEDIOS MANUALES

3.27.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Sobreesfuerzos.
- Caídas del material transportado sobre el trabajador.
- Golpes a terceros con la carga transportada.

3.27.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Con el fin de evitar lesiones por sobreesfuerzos al manipular manualmente las cargas se seguirán los siguientes pasos:
- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.
- Llevar la carga manteniéndose derecho y cuando sea posible de forma simétrica.
- Soportar la carga con el esqueleto, aproximándola al cuerpo.
- Si es posible, hacer rodar o deslizar la carga.
- Intentar utilizar medios auxiliares como palancas, correas, planos inclinados.
- Cuando el transporte se realice entre varios, se designará a uno de ellos como director de la maniobra.
- Una vez levantada la carga, conservar los brazos pegados al cuerpo.
- Los pies deben estar separados, uno más adelantado que el otro y apuntando a la dirección en la que se pretende ir.
- La espalda debe mantenerse recta en todo momento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Utilizar las palmas de las manos y las falanges de los dedos para llevar la carga, nunca con la punta de los dedos ya que supone el doble de esfuerzo.
- La carga será transportada sin que le impida la visión delantera y de forma que estorbe lo menos posible a su forma de andar natural.
- Se utilizará un equipo de protección individual adecuado, compuesto por casco, calzado de seguridad (con puntera reforzada), y guantes.
- En caso de que sea necesario realizar el transporte de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:
- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Se prohíbe levantar más de 50 kg por una sola persona, si se rebasa este peso, solicitar ayuda a un compañero.
- A la hora de descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:
- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.

3.27.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla metálicas.

3.28 ACOPIOS DE TIERRAS Y ÁRIDOS

3.28.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Inducción de corrimientos de tierras excavaciones próximas.
- Corrimientos de tierras del propio acopio.
- Accidentes de tráfico por mala ubicación del acopio.
- Daños ambientales y7o invasión de propiedades.
- Ambiente pulvígeno.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021829
VISADO

3.28.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los acopios de tierras y áridos deben efectuarse siguiendo las siguientes normas:
- Si el acopio rebasa los 2 m de altura, será necesario el vallado o delimitación de toda la zona de acopio.
- Los acopios han de hacerse únicamente para aquellos tajos en los que sean necesarios.
- Los montones nunca se ubicarán invadiendo caminos o viales, pero en caso de ser esto inevitable, serán correctamente señalizados.
- No se deben acopiar tierras o áridos junto a excavaciones o desniveles que puedan dar lugar a deslizamientos y/o vertidos del propio material acopiado.
- No deben situarse montones de tierras o áridos junto a dispositivos de drenaje que puedan obstruirlos, como consecuencia de arrastres en el material acopiado o que puedan obstruirlos por simple obstrucción de la descarga del dispositivo.

3.28.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Gafas antiproyecciones.
- Mascarillas antipolvo con filtro recambiable.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

3.29 ACOPIOS DE TUBOS, MARCOS, ELEMENTOS PREFABRICADOS, BOBINAS DE CABLE, ETC.

3.29.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Inducción de corrimientos de tierras excavaciones próximas.
- Desplome del propio acopio.
- Aplastamiento de articulaciones.
- Accidentes de tráfico por mala ubicación del acopio.
- Daños ambientales y/o invasión de propiedades.
- Sobreesfuerzos.
- Torceduras.

3.29.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- En los acopios de tubos, marcos, elementos prefabricados y perfiles metálicos se observarán las siguientes normas de seguridad:
- El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- El transporte de tuberías se realizará empleando útiles adecuados que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.
- Los perfiles metálicos se acopiarán junto al tajo correspondiente, evitando que haga contacto con suelo húmedo para paliar su posible oxidación y consiguiente disminución de resistencia.

3.29.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Gafas de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

3.30 ALMACENAMIENTO DE PINTURAS, COMBUSTIBLES, ETC.

3.30.1 RIESGOS ASOCIADOS

- Inhalación de vapores tóxicos.
- Incendios o explosiones.
- Dermatosis e irritación de los ojos por contacto o proyección de sustancias.
- Afecciones ambientales por fugas o derrames.

3.30.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

- Habrá de preverse un almacén cubierto y separado para los productos combustibles o tóxicos que hayan de emplearse en la obra. A estos almacenes no podrá accederse fumando ni podrán realizarse labores que generen calor intenso, como soldaduras. Si existan materiales que desprendan vapores nocivos, deberán vigilarse periódicamente los orificios de ventilación del recinto. Además, los trabajadores que accedan a estos recintos habrán de disponer de filtros respiratorios.
- Si los productos revisten toxicidad ecológica intensa, el punto de almacenamiento no se ubicará en vaguadas o terrenos extremadamente permeables para minimizar los efectos de un derrame ocasional.
- Los almacenes estarán equipados con extintores adecuados al producto inflamable en cuestión en número suficiente y correctamente mantenidos. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la normativa respecto a sustancias tóxicas y peligrosas, en lo referente a la obligatoriedad de disponer de un consejero de seguridad en estos temas.

3.30.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de polietileno.
- Gafas antiproyecciones.
- Mascarilla.
- Botas de seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Ropa de trabajo.

4 FASES DE EJECUCIÓN EN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1 TRABAJOS ELÉCTRICOS

4.1.1 OBJETO

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos eléctricos.

4.1.2 ALCANCE

El presente procedimiento afecta a la realización de trabajos eléctricos en cualquier situación.

4.1.3 RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a radiaciones.
- Explosiones.
- Incendios.

4.1.4 TERMINOLOGÍA

Aislamiento funcional. Aislamiento necesario para asegurar el funcionamiento normal de un aparato y la protección fundamental contra los contactos directos.

Aislamiento de protección o suplementario. Aislamiento independiente del funcional, previsto para asegurar la protección contra los contactos indirectos en caso de defecto del aislamiento funcional.

Aislamiento reforzado. Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hacen que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

Alta sensibilidad. Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 miliamperios.

Alta tensión. Baja Tensión. Tensiones de seguridad. Las definidas como tales en los reglamentos electrotécnicos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Cebado. Régimen variable durante el cual se establece el arco o la chispa.

Circuito. Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparamenta, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobreintensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que forman parte de los aparatos de utilización no receptores.

Conductores activos. Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna, a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

Conductores aislados bajo cubierta estanca. Son conductores que, aislados por cualquier materia, presentan una cubierta de protección constituida por un tubo de plomo continuo o por un revestimiento de policloruro de vinilo, de policloropreno, de polietileno o de materias equivalentes.

Conductor flexible. Están previstos para canalizaciones móviles, aunque pueden ser instalados en canalizaciones amovibles y fijas.

Conductor rígido. Están previstos para canalizaciones amovibles y fijas.

Contactos directos. Contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos.

Contactos indirectos. Contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Corriente de contacto. Corriente que pasa a través del cuerpo humano cuando está sometido a una tensión.

Corriente de defecto o de falta. Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

Corte omnipolar. Corte de todos los conductores activos. Puede ser simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro y en las fases, y no simultáneo, cuando la conexión del neutro se establece antes que las de las fases y se desconectan éstas antes que el neutro.

Choque eléctrico. Efecto fisiológico debido al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.

Defecto franco. Conexión accidental, de impedancia despreciable, entre dos puntos a distintos o iguales potenciales.

Defecto a tierra. Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

Doble aislamiento. Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento de protección suplementario.

Elementos conductores. Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc., y que son susceptibles de propagar un potencial, tales como estructuras metálicas o de hormigón armado, canalizaciones, etc.

Fuente de energía. Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

Fuente de alimentación de energía eléctrica. Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tienen que transmitir, repartir o utilizar.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Impedancia. Cociente de la tensión entre los bornes de un circuito por la corriente que fluye entre ellos.

Instalación eléctrica. El 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.

Intensidad de defecto. Valor que alcanza una corriente de defecto.

Jefe de trabajo. Persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Línea general de distribución. Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

Lugar de trabajo. Cualquier lugar al que el trabajador pueda acceder, en razón de su trabajo.

Luminaria. Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y protegerlas y para conectarlas al circuito de alimentación.

Maniobra. Intervención concebida para cambiar el estado eléctrico de una instalación eléctrica no implicando montaje ni desmontaje de elemento alguno.

Masa. Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Mediciones, ensayos y verificaciones. Actividades concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones técnicas y de seguridad necesarias para el adecuado funcionamiento de una instalación eléctrica, incluyéndose las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.

Partes activas. Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra los contactos indirectos.

Procedimiento de trabajo. Secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Punto de potencial cero. Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

Receptor. Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin particular.

Red de distribución. El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía o una fuente de alimentación de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

Resistencia global o total de tierra. Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 6021929
VISADO

Resistencia de tierra. Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

Riesgo eléctrico. Riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Suelo no conductor. Se considera así el suelo (o la pared) que presenta una resistencia igual a 50.000 ohmios como mínimo.

Tensión de contacto. Diferencia de potencial que durante un efecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona, que toque con aquélla una masa o elemento metálico, normalmente sin tensión. Para determinar este valor se considerará que la persona tiene los pies juntos, a un metro de la base de la masa o elemento que toca y que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de 2.500 ohmios.

Tensión de defecto. Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor o entre una masa y tierra.

Tensión nominal de un aparato. Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se designa.

Tensión nominal de un conductor. Tensión a la cual el conductor puede funcionar permanentemente en condiciones normales de servicio.

Tensión a tierra. Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

Tierra. Masa conductora de tierra o todo conductor unido a ella por una impedancia muy pequeña.

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 Real Decreto 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.

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.

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. No se consideran como trabajos en tensión las maniobras y las mediciones, ensayos y verificaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Trabajos sin tensión. Trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

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.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1 del Anexo 1 del R.D. 614/2001.

Zona de proximidad. Espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1 del Anexo 1 del R.D. 614/2001.

Zona protegida. En una instalación de alta tensión en descargo, es la zona en la que los límites están definidos por las puestas a tierra y en cortocircuito, colocadas entre los puntos de corte sea en la proximidad de estos o no. Una zona protegida no puede considerarse una zona de trabajo.

Zona de trabajo. Zona definida y señalizada por el responsable de los trabajos y asignada por él al personal de su equipo. En determinados casos esta zona debe, asimismo, delimitarse materialmente.

Tabla 13. Conducciones. Análisis y evaluación de riesgos

U_n	D_{PLE-1}	D_{PLE-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

Un = Tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1= distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2= distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-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 de este (cm).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 6229929
VISADO

U_n	D_{PLE-1}	D_{PLE-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
DPROX-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 (cm).				

4.2 TRABAJOS ELÉCTRICOS

4.2.1 TRABAJOS SIN TENSIÓN

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 realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

4.2.1.1 TRABAJOS GENERALES

4.2.1.1.1 QUITAR TENSIÓN

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso.
5. Establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá 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.

A continuación, se realiza una breve descripción del procedimiento a seguir para completar cada una de las etapas anteriores:

4.2.1.1.1.1 Desconectar

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará 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 deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Para aislar la parte de la instalación donde se va a realizar el trabajo, se deben abrir, en el siguiente orden los equipos que se indican a continuación:

Interruptores o interruptores automáticos: capaces de interrumpir y establecer corrientes en las condiciones normales del circuito (los interruptores automáticos son capaces de cortar sobrecargas y cortocircuitos).

Seccionadores: pueden abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En el caso de disponer de otros dispositivos que proporcionen un corte seguro según MIE-RAT 06, éstos podrán realizar la función de los seccionadores.

La desconexión debe incluir todos los elementos activos del circuito, incluyendo el conductor neutro en caso de existir (instalaciones de baja tensión).

Nunca se considerará la desconexión segura hasta que el seccionador tiene las cuchillas en su punto de máxima separación. En el caso de equipos que no disponen de corte visible, han de disponer de un elemento de señalización segura para las posiciones de apertura y cierre.

En caso de existir elementos que puedan aportar energía a la instalación tales como generadores o motores eléctricos, han de ser bloqueados mecánicamente, o bien asegurar por cualquier otro medio la imposibilidad de que aporten tensiones peligrosas a la instalación.

Antes de realizar el descargo, se debe comunicar a todos los posibles afectados (especialmente hospitales, empresas, etc.), dejando constancia por escrito de dicha comunicación.

4.2.1.1.1.2 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 deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá 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 deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

Las señalizaciones de prohibido maniobrar se completarán con los datos que permitan la identificación del responsable de la desconexión, fecha y hora de su ejecución y el teléfono de contacto.

Se deben desactivar o bloquear las fuentes de energía auxiliar de los accionamientos de los aparatos de maniobra.

También puede considerarse bloqueo mecánico el logrado mediante los aparatos extraíbles cuando, después de efectuar la desconexión, son retirados de su alojamiento en la instalación y se fija dicha posición mediante un medio seguro.

En el caso de los dispositivos de maniobra controlados a distancia, mediante telemandos o centros de control, se bloqueará el propio dispositivo de mando en el centro de control y se colocará sobre él una señal de “Prohibido Maniobrar”.

4.2.1.1.1.3 Verificar la Ausencia de Tensión

La ausencia de tensión deberá 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 deberá 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 utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 902939
VISADO

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 serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

La verificación de la ausencia de tensión se debe realizar inmediatamente antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en el lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de que la instalación se conecte a una fuente de tensión por error o avería en el intervalo de tiempo que media entre la verificación de la ausencia de tensión y la conexión a tierra y en cortocircuito.

También se debe realizar la comprobación del funcionamiento de los equipos de verificación de ausencia de tensión en instalaciones de baja tensión.

La verificación de ausencia de tensión se realizará en todos los conductores activos, el conductor neutro si existe y en todas las masas susceptibles de ser puestas en tensión.

Antes de realizar la verificación de ausencia de tensión es necesario asegurarse que el verificador de ausencia de tensión es el adecuado para la instalación a comprobar, en cuanto a nivel de tensión, frecuencia, clase, tipo de señal indicadora, condiciones medioambientales y atmosféricas, cumplimiento de normas UNE de aplicación. Además, se deben seguir minuciosamente las indicaciones y recomendaciones proporcionadas por el fabricante, comprobar el buen estado de las puntas de prueba y resto del aparato, carga de baterías, etc.

Una vez realizada la verificación de ausencia de tensión, para conectar a tierra, se deben seguir empleando los equipos de protección a fin de evitar las posibles tensiones inducidas existentes en la instalación y no detectadas por el verificador por no superar su tensión umbral.

Para las instalaciones subterráneas también es necesario emplear verificadores para cables subterráneos. Puesto que estos aparatos funcionan mediante el método expeditivo de provocar un cortocircuito entre los conductores del cable al ser perforado, cortado o serrado mediante útiles adecuados colocados en el extremo de pértigas aislantes, es necesario que estas pértigas sean manejadas por trabajadores adecuadamente protegidos contra los efectos del cortocircuito (también se pueden realizar las pruebas por control remoto manteniéndose la zona vallada con la separación suficiente).

4.2.1.1.1.4 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 todas 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 deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben 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, deberán tomarse medidas de protección,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00189

tales como 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, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán 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 adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

En una instalación existen dos posibles situaciones respecto a la puesta a tierra, en las que no existe toma de tierra en la zona de trabajo y en la que sí que las hay. A continuación, se describen los procedimientos a seguir en cada una de ellas:

a) Inexistencia de tomas de tierra en la zona del trabajo

En el caso de que no existan tomas de tierra utilizables en la zona de trabajo es necesario proceder a su instalación. La puesta a tierra y en cortocircuito nunca se realizarán con medios improvisados; para realizarla con garantías de seguridad es necesario emplear equipos especialmente fabricados para tal fin y conformes con las normas técnicas que le sean de aplicación, y en especial el R.D. 3275/1982 y sus instrucciones técnicas complementarias (para alta tensión), y el R.D. 842/2002 y sus instrucciones técnicas complementarias (para baja tensión).

Las pinzas han de ser colocadas siempre mediante pértigas aislantes, nunca directamente con las manos.

Se deben mantener perfectamente limpias las pinzas o grapas de conexión a la toma de tierra, de forma que se forme un contacto sólido con la toma de tierra.

La sección de los conductores y demás equipos de puesta a tierra ha de ser la suficiente para soportar el paso de la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar en la instalación durante el tiempo de actuación de las protecciones.

A la hora de dimensionar la puesta a tierra se tendrá en cuenta la MIE-RAT 13 del R.D. 3275/1982 en lo referente a tensiones de paso, de contacto, resistencia de puesta a tierra, resistividad del terreno, tipos de electrodos, configuraciones y expresiones de cálculo.

Los valores de tensiones de paso y contacto no superarán los valores máximos admisibles para la máxima intensidad de defecto previsible para cada zona.

Una vez instalada la toma de tierra en el lugar más adecuado, se puede conectar a ésta la pinza del cable de tierra. En caso de que el cable esté en un carrete es necesario desenrollarlo totalmente para reducir al mínimo la impedancia al paso de corriente.

b) Existencia de puntos fijos de puesta a tierra u otros sistemas

En caso de existir puntos fijos de puesta a tierra es preferible emplearlos, previa comprobación de su buen funcionamiento mediante equipos adecuados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002492

En los lugares donde la puesta a tierra y en cortocircuito se realice mediante seccionadores de puesta a tierra instalados al efecto, es necesario asegurarse de que, después de la maniobra, las cuchillas han quedado cerradas.

En caso de tener que cortar un conductor es necesario asegurarse de que ambas partes de este quedan puestas a tierra, ya sea mediante dos puestas a tierra distintas en ambos extremos o mediante un puente instalado antes del realizar el corte del conductor.

En caso de tener que retirar la puesta a tierra y/o el cortocircuito para realizar alguna medición o comprobación se deberá aplicar un procedimiento planificado previamente para garantizar la seguridad de los trabajadores, previo aviso y autorización escrita del coordinador de seguridad y salud.

En general, antes de la retirada de la puesta a tierra deben ser informados todos los trabajadores involucrados para que abandonen la zona de trabajo, de forma que solo queden los necesarios para llevar a cabo las citadas mediciones o ensayos. Estos últimos dispondrán de equipos auxiliares y personales de protección individual necesarios para aislarse del riesgo eléctrico y seguirán el procedimiento de trabajo para "Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones", según el R.D. 614/2001.

Cuando la puesta a tierra y en cortocircuito se realice mediante telemandos, se emplearán sistemas de bloqueo y enclavamiento, además de señalización normalizada.

Secuencia de operaciones para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito en alta tensión

- Comprobación visual del buen estado del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Comprobar que el verificador de ausencia de tensión es apropiado.
- Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual, especialmente de los guantes aislantes para alta tensión.
- Comprobar el buen funcionamiento del verificador de ausencia de tensión, prestando especial atención a la tensión o gama de tensiones nominales y al estado de las baterías.
- Conectar la pinza o grapa de puesta a tierra al electro de tierra (pica, punto fijo, estructura metálica, etc.) y, en su caso, desenrollar totalmente el conductor de puesta a tierra.
- Ponerse los guantes aislantes, gafas inactínicas, la pantalla facial, el casco de seguridad (si la pantalla facial es inactínica no son necesarias las gafas).
- Situarse, si es factible, sobre alfombra aislante.
- Verificar la ausencia de tensión de cada una de las fases.
- Comprobar de nuevo el correcto funcionamiento del verificador de ausencia de tensión.
- Conectar las pinzas del equipo de puesta a tierra y cortocircuito a cada una de las fases mediante pértiga aislante.
- El equipo de protección individual requerido en alta tensión para la colocación y la retirada de la puesta a tierra será:
- Guantes aislantes para alta tensión (tensión nominal adecuada para la instalación).
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Arnés o cinturón de seguridad, si procede.
- Casco de seguridad aislante con barboquejo.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y arco eléctrico.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Calzado de trabajo adecuado.

Secuencia de operaciones para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito en baja tensión

- Comprobar el verificador de ausencia de tensión.
- Comprobación visual del buen estado del equipo de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual, especialmente de los guantes aislantes para baja tensión.
- Ponerse los guantes aislantes, las gafas inactínicas, la pantalla facial, el casco de seguridad y, si procede, el arnés o cinturón de seguridad. (Si la pantalla facial es inactínica, no son necesarias las gafas).
- Situarse sobre la banqueta, tarima o alfombra aislante, cuando proceda.
- Verificar la ausencia de tensión entre fases y entre cada fase y neutro, mediante un verificador de tensión o un voltímetro (comprobar antes su funcionamiento).
- Conectar la pinza de puesta a tierra en el conductor de protección o en la toma de tierra del cuadro de baja tensión.
- Conectar las pinzas del equipo al neutro y a cada una de las tres fases mediante pértigas adecuadas para baja tensión, si se trata de líneas aéreas, o bien, mediante los terminales adecuados si se trata de cuadros de baja tensión.
- El equipo de protección individual requerido en alta tensión para la colocación y la retirada de la puesta a tierra será:
- Guantes aislantes para alta tensión (tensión nominal superior a la de la instalación).
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico.
- Arnés o cinturón de seguridad, si procede.
- Casco de seguridad aislante con barboquejo.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y arco eléctrico.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Calzado de trabajo adecuado.
- El equipo de protección individual requerido en baja tensión para la colocación y la retirada de la puesta a tierra será:
- Guantes aislantes para trabajos en baja tensión.
- Gafas o pantalla facial adecuadas al arco eléctrico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- Arnés o cinturón de seguridad, si procede.
- Casco de seguridad aislante con barboquejo.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y arco eléctrico.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Calzado de trabajo adecuado.

4.2.1.1.1.5 Poner a tierra y en cortocircuito

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales para trabajos en tensión o en proximidad, en función de la tensión de la instalación, de la distancia mínima necesaria para la realización de los trabajos, el tipo de trabajo (la indeterminación de la superficie ocupada), el tipo de balizamiento, etc.

Cuando en la proximidad de la zona de trabajo (a una distancia inferior a DPROX-1. o DPROX-2 según el caso – tabla 1, punto 1.4 de este anejo), cabe adoptar tres posibles soluciones:

Considerarlo como trabajo en proximidad, en cuyo caso habría que realizarlo de acuerdo con las disposiciones indicadas para este tipo de trabajos en el anejo V del R.D. 614/2001, y las disposiciones indicadas en este anejo.

Considerarlo como un trabajo en tensión, en cuyo caso habría que realizarlo de acuerdo con disposiciones indicadas para este tipo de trabajos en el anejo III del R.D. 614/2001, y las disposiciones indicadas en este anejo.

Proceder a la colocación de elementos protectores, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar la zona de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad. A su vez, si la colocación de estos elementos implica un trabajo en tensión o en proximidad, habría que realizarlos según las precauciones indicadas en los puntos anteriores según el tipo de trabajo.

Estas decisiones han de ser tomadas antes de iniciar los trabajos, en su fase de planificación.

La colocación de pantallas dieléctricas se considera un trabajo comprendido dentro de la supresión de tensión, por lo que se seguirán las precauciones indicadas para este tipo de trabajos.

La señalización y delimitación sólo se pueden efectuar utilizando vallas, cintas o cadenas aislantes diseñadas al efecto, así como señales de peligro, prohibición u obligación, que cumplan lo establecido en el R.D. 485/1997.

4.2.1.1.2 REPOSICIÓN DE LA TENSIÓN

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
- La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.org/validarDocumentos
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022929
VISADO

- El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
- El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

La reposición de tensión ha de ser realizada por trabajadores autorizados en baja tensión y cualificados en alta tensión.

En general la secuencia de operaciones para la reposición de la tensión es la inversa de la requerida para efectuar la desconexión, y las precauciones y medidas de seguridad también son las mismas en cada una de las etapas.

Antes de comenzar las operaciones para la reposición de la tensión se tomarán las medidas necesarias para garantizar que todos los trabajadores han sido informados de que se va a efectuar la reposición de la tensión y la comprobación de que todos y cada uno de ellos han tomado las medidas previstas en la planificación del trabajo para que las operaciones de reposición de la tensión se realicen con garantías de seguridad. Esto incluye la comprobación de haber recogido los equipos, materiales y herramientas que no vayan a ser utilizados en las sucesivas etapas de reposición de la tensión.

En el transcurso de las operaciones se debe prestar especial atención a:

- Previa notificación a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Los equipos de protección individual y los equipos auxiliares usados por los trabajadores deben reunir los mismos requisitos que los utilizados en la desconexión de la instalación.

Secuencia típica de operaciones para retirar una puesta a tierra y en cortocircuito en alta tensión:

- Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual, especialmente los guantes aislantes para alta tensión, y ponérselos.
- Situarse, si es posible, sobre la alfombra aislante.
- Desconectar mediante la pértiga aislante las pinzas del equipo de cada una de las fases y, después, desconectar la pinza o grapa del electrodo de tierra (pica, punto fijo o estructura metálica del apoyo).

Secuencia típica de operaciones para retirar una puesta a tierra y en cortocircuito en baja tensión:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en www.coitim.es
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929
VISADO

- Comprobación visual del buen estado del equipo de protección individual, especialmente los guantes aislantes para baja tensión, y ponérselos.
- Situarse sobre la banqueta, tarima o alfombra aislante, cuando proceda.
- Desconectar las pinzas del equipo de cada una de las fases y del neutro.
- Desconectar la pinza de puesta a tierra del conductor de protección o de toma de tierra del cuadro de baja tensión.

Los equipos de protección individual para las operaciones de retirar una puesta a tierra en alta o baja tensión han de reunir los mismos requisitos que para la colocación de estas.

4.2.1.2 TRABAJOS DEFINIDOS

En cada uno de los siguientes trabajos específicos se ha de cumplir todo lo indicado en el apartado de trabajos generales.

4.2.1.2.1 REPOSICIÓN DE FUSIBLES

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones de alta tensión:

No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.

Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

En caso de tener que acceder a un fusible después de la desconexión de los dispositivos situados a ambos lados de este, debería comprobarse la ausencia de tensión mediante el equipo correspondiente.

En el caso de reposición de fusibles conectados directamente al primario de un transformador, el procedimiento para llevar a cabo la única puesta a tierra y en cortocircuito requerida es el mismo que ya se ha indicado para la supresión de la tensión en cualquier instalación.

4.2.1.2.2 TRABAJOS EN LÍNEAS AÉREAS Y CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.

Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.

Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022029
VISADO

En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.

El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores -exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.

El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona de trabajo.

Cuando se realizan trabajos en líneas aéreas de alta o baja tensión constituidos por conductores desnudos será obligatoria la puesta a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, preferentemente en puntos de la línea cercanos a los apoyos.

En trabajos en líneas aéreas de alta tensión pueden emplearse las tomas de tierra de los apoyos, siempre que existan garantías de su correcto mantenimiento.

En el caso de que dentro de la zona de trabajo existan derivaciones de la línea, la puesta a tierra y en cortocircuito debe realizarse en todas ellas.

Todos los elementos metálicos existentes en la zona de trabajo deben estar conectados a tierra y eléctricamente entre sí, a fin de evitar la aparición de diferencias de tensión peligrosas en caso de una puesta en tensión imprevista de la instalación.

Al menos una de las puestas a tierra y en cortocircuito, situadas en los extremos de la zona de trabajo, ha de ser visible desde cualquier punto de esta.

En caso de no ser necesario realizar ningún corte en los conductores de la línea, se puede instalar un único equipo de puesta a tierra y en cortocircuito, siempre que su colocación se realice en la zona de trabajo. El dispositivo ha de ser capaz de soportar la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación durante el tiempo que tarden las protecciones en despejar la falta.

Se ha de verificar que la resistencia de puesta a tierra es lo suficientemente baja como para no provocar tensiones de paso y contacto peligrosas durante el despeje de la falta.

4.2.2 INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD

4.2.2.1 Instalaciones de baja tensión (excepto canalizaciones subterráneas)

Una instalación de baja tensión, o en proximidad, en la que deban efectuarse trabajos, no podrá considerarse sin tensión si no ha verificado su ausencia de tensión.

En la adopción de las medidas de prevención de accidentes, debe tenerse en cuenta, que incluso aquellos contactos con instalaciones en tensión, que por su naturaleza no son peligrosos, pueden provocar movimientos irreflexivos que produzcan pérdida de equilibrio y caídas graves.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

4.2.2.1.1 Trabajos en instalaciones de baja tensión en tensión

El responsable de los trabajos determinará en el propio lugar de trabajo, si en función de las medidas de seguridad previstas, puede realizarse el trabajo en tensión.

Todo personal que realice trabajos en tensión en baja tensión debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso, y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.

Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones siguientes:

- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.).
- Utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas.
- Utilizar gafas de protección o pantalla, cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas y llevar ropa de lluvia, en caso de lluvia. Las ropas no deben tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.
- Está prohibido realizar trabajos en tensión en los lugares en los que exista riesgo de explosión.

4.2.2.1.2 Trabajos en instalaciones de baja tensión sin tensión.

Antes de iniciar todo trabajo, se realizarán las operaciones siguientes:

- En el lugar de corte:
- Apertura de los circuitos, a fin de aislar todas las fuentes de tensión que pueden alimentar la instalación en la que debe trabajarse. Esta apertura debe efectuarse en cada uno de los conductores, comprendiendo el neutro, y en los conductores de alumbrado público si los hubiere. Si existiesen redes de neutro en bucle, no se efectuará el corte y se comprobará en el punto de trabajo la ausencia de tensión en el mismo. Caso de existir tensión en el neutro es necesario abrir en el origen.
- Bloquear, si es posible, y en posición de apertura, los aparatos de corte. En cualquier caso, colocar en el mando de estos aparatos una señalización de prohibición de maniobrarlo.
- Verificación de la ausencia de tensión. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores y en una zona lo más próxima posible al punto de corte.
- En el propio lugar de trabajo:
- Verificación de la ausencia de tensión.
- Puesta en cortocircuito. En el caso de redes aéreas, una vez efectuada la verificación de ausencia de tensión, se procederá seguidamente a la puesta en cortocircuito. Dicha operación debe efectuarse lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. En el caso de redes conductoras aisladas, si la puesta en cortocircuito no

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029928
VISADO

puede efectuarse, debe procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.

- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente, cuando haya posibilidad de error en la identificación de esta.
- La manipulación de fusibles aéreos se hará, generalmente, previo corte y comprobación de ausencia de tensión a ambos lados de este.

4.2.2.1.3 Trabajos en proximidad de instalaciones en tensión:

Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión pertenecientes a instalaciones de baja tensión y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes, necesarias para garantizar la seguridad del personal:

- Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.
- Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.
- Los metros y reglas empleados en la proximidad de partes desnudas en tensión insuficientemente protegidas, deben ser de material no conductor.
- En el caso de trabajos en instalaciones de baja tensión próximas a otras de alta tensión, se seguirá lo establecido en el apartado “Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión”.

Reposición después del trabajo:

- Después de la ejecución del trabajo y antes de dar tensión a la instalación, deben efectuarse las operaciones siguientes:
- En el lugar del trabajo:
- Si el trabajo ha necesitado la participación de varias personas, el responsable de este las reunirá y notificará que se procederá a dar servicio.
- Retirar las puestas en cortocircuito, si las hubiere.
- En el lugar del corte:
- Retirar el enclavamiento o bloqueo y/o señalización.
- Cerrar circuitos.

4.2.2.1.4 Trabajos eléctricos en locales de características especiales:

En aquellos lugares de trabajo donde se presenten condiciones especiales de humedad o impregnación por líquidos conductores, emanación de vapores corrosivos, etc., se utilizarán materiales especialmente proyectados para mantener el nivel de aislamiento requerido o que, en particular, sean capaces de resistir a la acción de la humedad.

En recintos muy conductores se utilizarán exclusivamente pequeñas tensiones de seguridad y las tomas de corriente se emplazarán en el exterior del recinto de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021829

4.2.2.2 Instalaciones de alta tensión (excepto canalizaciones subterráneas)

Una instalación de alta tensión en la que, o en cuya proximidad, deban efectuarse trabajos, no puede ser considerada sin tensión, si no ha sido consignada o en descargo y se ha verificado la ausencia de tensión.

Queda terminantemente prohibido tocar puntos de alta tensión en tensión, incluso con guantes aislantes, así como el efectuar trabajos sobre los mismos, incluso con herramientas aisladas, salvo en el caso de trabajos en tensión.

Esta prohibición no comprende el uso, en las condiciones reglamentarias, de las pértigas de maniobra, de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión o de los dispositivos concebidos para los controles de tensión.

Las maniobras de los aparatos de corte no están consideradas como un trabajo sobre los conductores o sus partes contiguas.

Para estas maniobras es obligatorio el empleo de banqueta o alfombra aislante y el uso de los guantes aislantes.

Cuando el mando de un aparato está al alcance del público, debe quedar siempre enclavado materialmente después de cada maniobra, bien sea en posición de apertura o de cierre.

Trabajos en instalaciones de alta tensión en tensión:

Por sus características especiales, se dedicará a este apartado un procedimiento exclusivamente. Ver normativa para Trabajos en tensión.

Trabajos en instalaciones de alta tensión sin tensión:

- Todo trabajo sin tensión en una instalación de alta tensión requiere la previa petición de descargo de la citada instalación.
- Para la realización de los trabajos, el jefe de estos debe poner a disposición de la persona encargada de dejar la instalación en situación de descargo los documentos que permitan la identificación de esta.

Las operaciones que incumben a la persona encargada de realizar el descargo de la instalación serán:

- Apertura con corte visible de los circuitos o instalaciones solicitadas. En aquellos aparatos en que el corte no pueda ser visible, existirán dispositivos que garantizarán que el corte sea efectivo.
- Enclavamiento, en posición de apertura, de los aparatos de corte y señalización en el mando de los citados aparatos. La señalización constituye la protección mínima en el caso de que no sea posible inmovilizar materialmente, por medio de candados, cerraduras, etc., los aparatos de corte, como por ejemplo seccionadores de mando, etc. Dicha señalización será muy visible y llevará una inscripción como "PROHIBIDO MANIOBRAR. TRABAJOS", con el nombre de la persona que ha solicitado el descargo.
- Verificación de la ausencia de tensión. Debe hacerse en cada uno de los conductores, siendo obligatoria la comprobación, antes y después de la operación, del correcto funcionamiento del detector. Al efectuar esta verificación la instalación se considerará en tensión, debiendo el operario utilizar el dispositivo adecuado (pértigas, etc.) y aislándose con guantes y banqueta o alfombra si es posible.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Puesta a tierra y en cortocircuito. Se efectuará mediante los dispositivos especiales previstos para este efecto en todos y cada uno de los conductores. Si la puesta a tierra se hace mediante seccionadores de tierra fijos, hay que comprobar que las cuchillas han quedado cerradas. Si no se dispone de puntos fijos, es necesario preparar la instalación para que las pinzas de tierra hagan un buen contacto. (Rascar pintura, preparar puntos donde pueda realizarse la toma de tierra, etc.) En el caso de fases muy separadas, si el conductor de una fase no está afectado por los trabajos y no queda en la zona de trabajo o en su proximidad podrá dejarse sin poner a tierra y en cortocircuito.

La persona encargada del descargo mencionará explícitamente en el documento de consignación, que remitirá, si es posible al jefe de los trabajos, los límites de la zona protegida de la instalación en descargo.

Cuando por la proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas, de tal forma que eviten cualquier contacto accidental. El emplazamiento de estas pantallas será mencionado en la hoja del descargo.

Una vez confirmada, por la persona encargada del descargo, la realización de las operaciones que al mismo le incumben, el jefe de trabajos, en el lugar donde se van a realizar los trabajos, deberá realizar obligatoriamente, antes de iniciar el trabajo, las operaciones siguientes:

Verificación de la ausencia de tensión. Esta operación se realizará con las mismas precauciones que en apartado anteriormente descrito. En el caso de que al efectuar dichas operaciones se observara presencia de tensión en alguno de los conductores, el jefe de trabajos lo comunicará a la persona de la que ha recibido el descargo y no iniciará la colocación de las puestas a tierra y en cortocircuito hasta que reciba la confirmación de aquél de que puede hacerlo y haya comprobado nuevamente la ausencia de tensión. Se presentará especial atención al peligro que representa la presencia de condensadores estáticos.

Puesta a tierra y en cortocircuito. Esta operación, con las precauciones indicadas anteriormente, se realizará lo más cerca posible al lugar de trabajo y a uno y otro lado de cada uno de los conductores que penetren en la zona de trabajo.

Delimitación de la zona de trabajo. La zona de trabajo que afecta a cada brigada debe delimitarse materialmente en todos los planos necesarios, para la protección del personal (incluso ajeno a la brigada de trabajo), mediante dispositivos de señalización visibles, tales como pancartas, banderines, barreras, cintas, etc., previstos a este efecto.

Cuando el jefe de trabajos sea al mismo tiempo la persona encargada del descargo, efectuará previamente todas las operaciones propias del descargo.

Cuando no sea posible separar los límites de la zona protegida y de la zona de trabajo, lo que conduciría a la superposición de puestas a tierra, la persona que garantiza que la instalación está en descargo efectuará las puestas a tierra y en cortocircuito previstas y el jefe de trabajos podrá ser dispensado de dicha operación. No obstante, es obligación de éste comprobar que dicha puesta a tierra se ha realizado correctamente y que se ha reflejado en la hoja de descargo. Sin embargo, el jefe de trabajo podrá, si lo juzga necesario, situar aquellas puestas a tierra complementarias racionalmente distribuidas, que aseguren la total protección de la zona de trabajo, y poner el enclavamiento y señalización que considere oportunos (riesgos por las dimensiones de la zona de trabajo o los peligros particulares: cruce de una línea en tensión, inducción, etc.)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

4.2.2.2.1 Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión:

Se considerarán distancias mínimas de seguridad para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión no protegidas (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del operario), las siguientes:

TENSIÓN ENTRE FASES (kV)	DISTANCIA MÍNIMA (m)
Hasta 10	0,80
Hasta 15	0,90
Hasta20	0,95
Hasta 25	1,00
Hasta 30	1,10
Hasta 45	1,20
Hasta 66	1,40
Hasta 110	1,80
Hasta 132	2,00
Hasta 220	3,00
Hasta 380	4,00

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Para personal no especializado y ajeno a las empresas eléctricas se determinarán distancias superiores.

En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas en la tabla anterior, se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras y vigilancia constante del jefe de trabajos. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse, se solicitará el descargo de las instalaciones próximas en tensión.

Reposición de la tensión al finalizar los trabajos:

Para dar tensión a una instalación en descargo es necesario haber realizado las operaciones siguientes:

- Bajo la responsabilidad del jefe de trabajos:
- Reagrupación del personal en un punto convenido anteriormente, con llamada nominal y notificación a este personal, de que va a efectuarse el restablecimiento de la tensión.
- Retirada del material de obra utilizado, de los dispositivos de protección y de los elementos de señalización colocados.
- Retirar las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas, haciendo nuevo recuento del personal.

Efectuado todo lo anterior, comunicará la finalización del trabajo a la persona que le ha entregado el descargo.

Por la persona que ha dejado la instalación en descargo:

- Retirada del material de señalización utilizado.
- Retirada de las puestas a tierra y en cortocircuito.

- Operaciones de restitución de la instalación a la explotación.

En el caso de que en una misma instalación se encuentren trabajando varios equipos con sus jefes de trabajo respectivos, la instalación quedará descargada hasta que se haya confirmado por todos los jefes de trabajos el haber realizado las operaciones de su responsabilidad.

4.2.2.3 Canalizaciones eléctricas subterráneas

Una canalización eléctrica subterránea en la que deban efectuarse trabajos no podrá ser considerada sin tensión si no se han cumplido todas las etapas del descargo y se ha verificado la ausencia de tensión.

Dicha norma se aplicará también al caso de trabajos a efectuar en la proximidad de instalaciones en tensión, respecto a la presencia de tensión en los conductores próximos.

Es esencial proceder a una identificación precisa de los cables en los cuales se ha de trabajar.

Trabajos en una canalización subterránea en tensión:

- Por sus características especiales, se dedicará a este apartado un procedimiento exclusivamente. Ver normativa para Trabajos en tensión.

Trabajos en una canalización subterránea sin tensión:

- Todo trabajo en canalizaciones subterráneas sin tensión requiere una serie de operaciones previas.

Las operaciones que incumben a la persona encargada de realizar el descargo serán:

- Apertura de los circuitos, a fin de separar todas las posibles fuentes de tensión que pudieran alimentar el cable en el cual se debe trabajar.
- Enclavamiento, en posición de apertura, de los aparatos de corte, y colocación de señalización en el mando de los aparatos de corte enclavados. La señalización constituye la mínima protección en el caso en que no sea posible inmovilizar materialmente (por ejemplo, con candados o cadenas) los aparatos de corte. Dicha señalización será muy visible y llevará una inscripción tal como: “Prohibido maniobrar. Trabajos”, con el nombre de la persona que ha solicitado la consignación o descargo.
- Verificación de la ausencia de tensión y puesta a tierra y en cortocircuito. En las canalizaciones de baja tensión se procederá a la puesta en cortocircuito mientras que, en las canalizaciones de alta tensión, esta puesta en cortocircuito se complementará con la puesta a tierra. Dichas operaciones se efectuarán sobre cada uno de los conductores de la canalización subterránea que atraviesa los límites de la zona protegida, en los puntos de corte de la instalación en descargo o en puntos lo más próximos posible a estos.

Estas operaciones se efectuarán de la siguiente forma:

- Se determinarán los puntos de la canalización subterránea en los casos que deben colocarse la puesta en cortocircuito, o en su caso, la puesta a tierra y en cortocircuito. Estos puntos constituirán los límites de la zona protegida.
- Se verificará la ausencia de tensión en dichos puntos. Al efectuar dicha verificación, la canalización será considerada como si estuviera en tensión y se utilizará a dicho efecto un dispositivo apropiado. La verificación se efectuará en cada uno de los conductores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

- Inmediatamente después de verificada la ausencia de tensión se procederá a la puesta a tierra y en cortocircuito de dichos puntos para las canalizaciones de alta tensión, o puesta en cortocircuito para las de baja tensión. Dicha operación se efectuará para todos los conductores.
- Para colocar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se utilizarán guantes aislantes, banqueta o alfombra aislante, gafas y casco. Se recomienda el uso de pantalla facial.

La persona encargada del descargo mencionará explícitamente en el documento de descargo que remitirá a ser posible al jefe de trabajos, los límites de la zona protegida de la canalización en descargo.

Cuando por proximidad de otras instalaciones en tensión sea posible el contacto de los operarios con partes desnudas en tensión, se interpondrán pantallas aislantes apropiadas, de tal forma que eviten cualquier contacto accidental. El emplazamiento de dichas pantallas será mencionado en la hoja de descargo.

Las operaciones que incumben al jefe de trabajos serán:

- Comprobación de las operaciones de identificación, señalización, puesta a tierra y en cortocircuito de los cables afectados, situando, si lo considera necesario, las puestas a tierra complementarias racionalmente distribuidas, que aseguren totalmente la protección de la zona de trabajo, así como los enclavamientos y señalizaciones que crea oportunos.
- Definición de la zona de trabajo, cuya delimitación material podrá estar constituida, en particular, por los bordes de la excavación que estará cercada por barreras apropiadas y balizada de forma muy visible por medio de señales, que pueden ser luminosas en los casos que se precise.
- Localización e identificación del cable. Esta operación, particularmente importante, debe ser efectuada en aquel lugar de trabajo con la ayuda de los planos de posición, de las señales y etiquetas de los cables, de las características de estos, de los aparatos y procedimientos de identificación, así como de todos los datos complementarios, tales como estudio de los cables próximos, su colocación, etc.

Se recuerda que para la utilización de la pértiga sierracables o del picacables, es obligatorio la puesta a tierra de dichos elementos y la utilización de guantes aislantes para alta tensión, alfombra aislante y gafas de protección ocular contra arco eléctrico.

Es conveniente el apantallamiento del sierracables o picacables.

Si es preciso efectuar nuevos cortes en un cable en otros lugares distintos al que se identificó y comprobó la ausencia de tensión, y no se ha podido seguir en toda su longitud, deberá efectuarse lo indicado en los párrafos anteriores en lo referente a identificación del cable.

Efectuada dicha identificación, se procederá a marcar o señalizar de forma visible el cable en que deba trabajarse.

Cuando el jefe de trabajos deba efectuar ensayos (reconocimientos de las fases, etc.) que requieran la supresión temporal de las puestas a tierra y en cortocircuito, esta supresión se efectuará bajo su responsabilidad y la instalación deberá quedar en descargo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002199

Cuando el jefe de trabajos sea al mismo tiempo la persona encargada del descargo, efectuará previamente todas las operaciones propias del descargo.

Reposición de tensión al finalizar los trabajos:

Para dar tensión a una instalación en descargo es necesario haber realizado las operaciones siguientes:

- Bajo la responsabilidad del jefe de trabajos:
- Reagrupación del personal en un punto convenido anteriormente, con llamada nominal y notificación a este personal, de que va a efectuarse el restablecimiento de la tensión.
- Retirada del material de obra utilizado, de los dispositivos de protección y de los elementos de señalización colocados.
- Retirar las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas, haciendo nuevo recuento del personal.
- Efectuado todo lo anterior, comunicará la finalización del trabajo a la persona que le ha entregado el descargo.

Por la persona que ha dejado la instalación en descargo:

- Retirada del material de señalización utilizado.
- Retirada de las puestas a tierra y en cortocircuito.
- Operaciones de restitución de la instalación a la explotación.

En el caso de que en una misma instalación se encuentren trabajando varios equipos con sus jefes de trabajo respectivos, la instalación quedará descargada hasta que se haya confirmado por todos los jefes de trabajos el haber realizado las operaciones de su responsabilidad.

4.2.2.4 Normas relativas a líneas aéreas

Para los trabajos sin tensión en líneas aéreas, está prohibido aproximarse a los conductores a distancias inferiores a las indicadas en el apartado Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión, si no se ha instalado algún dispositivo que permita identificar, sin duda alguna, que el conductor en que se va a trabajar se encuentra en tensión.

Este dispositivo puede ser:

- Un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito situado en los conductores.
- Una señal convencional fijada en los apoyos de los conductores.

El operario debe verificar la presencia de dicho dispositivo antes de acercarse a los conductores. Esta prescripción no se aplicará a las maniobras de verificación de la ausencia de tensión y de colocación de los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito.

La decisión de la suspensión de los trabajos cuando haya tormentas próximas dependerá del jefe de trabajos.

La sustitución de los fusibles aéreos para instalaciones de alta tensión debe hacerse como si se tratase de un trabajo sin tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

La intervención en líneas de telecomunicaciones instaladas en los mismos apoyos que otras líneas de alta tensión, se ajustará, en lo que concierne a medidas preventivas, a lo dispuesto para la línea de mayor tensión que esté en el mismo apoyo que la línea de telecomunicación.

Líneas de baja tensión en soportes comunes con líneas de alta tensión:

- Cuando sea posible proceder al descargo de las líneas de alta tensión, se podrá trabajar en la línea de baja tensión, cumpliendo lo indicado en el apartado Trabajos en una instalación de baja tensión sin tensión, una vez que se haya recibido el descargo de las líneas de alta tensión y se haya procedido a su puesta a tierra y en cortocircuito.
- Cuando no sea posible proceder al descargo de las líneas de alta tensión se procederá de la siguiente forma:

Trabajo en la línea de baja tensión sin tensión:

- Se efectuará el descargo de la línea de baja tensión y se procederá a su puesta a tierra y en cortocircuito. Las partes metálicas de los aisladores de dicha línea en los soportes en los que debe intervenirse se unirán a este mismo sistema de tierra, si la red de alta tensión es de neutro aislado o si sus aisladores no son imperforables.
- En dicha situación, el trabajo, con respecto a la línea de alta tensión, se efectuará según lo indicado en el apartado Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión.
- Trabajo en la línea de baja tensión en tensión:
- El trabajo se efectuará cumpliendo lo establecido en el apartado Trabajos en instalaciones de baja tensión en tensión.
- En lo que concierne a trabajos en líneas de baja tensión, próximas a las líneas de alta tensión, se cumplirá lo establecido en el apartado Trabajos en la proximidad de instalaciones de alta tensión en tensión.
- Trabajo en una línea de baja tensión procedente de un tramo común con líneas de alta tensión:
- Dicho trabajo se considerará como si se tratara de una línea de baja tensión normal, excepto para los apoyos comunes, que regirá lo expuesto anteriormente.
- Al efectuar trabajos en dicha línea, se instalarán puestas a tierra y en cortocircuito antes y después de la zona de trabajo.

Líneas pertenecientes a otras empresas:

- Antes de realizar los trabajos, los responsables de las distintas empresas se pondrán de acuerdo en la forma de coordinar su realización.
- Para trabajos en líneas de alta tensión que crucen líneas de baja tensión en tensión, se aplicarán las medidas preventivas indicadas en el apartado Trabajos en proximidad de instalaciones de baja tensión en tensión.

Puestas a tierra y en cortocircuito:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002128

- La puesta a tierra y en cortocircuito, o la puesta en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que se debe efectuar un trabajo debe hacerse mediante un dispositivo especial.
- Las operaciones se deben realizar en el orden siguiente:
- Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, están en buen estado.
- Conectar el cable de tierra del dispositivo, utilizando guantes aislantes, sea en la tierra existente en las masas de las instalaciones o en los soportes; o sea en una pica metálica hundida en el suelo. (Al clavar la piqueta en el suelo, elegir el lugar apropiado para que la tierra sea lo mejor posible: terreno húmedo, no rocoso, etc).
- Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.
- Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga o una cuerda y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano.
- Algunas veces, en instalaciones de baja tensión, las pinzas pueden ser colocadas a mano a condición de usar guantes aislantes.
- Para la fijación de las pinzas, el operador debe mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.
- Para quitar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se operará rigurosamente en el orden inverso.

4.2.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS

Los equipos de protección personal a utilizar por estos operarios serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante.
- Guantes de trabajo.
- Guantes dieléctricos para baja tensión.
- Guantes dieléctricos para alta tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Cinturón de seguridad con arnés anticaídas.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

Aunque no son como tales equipos de protección individual, enumeramos algunos accesorios de importancia, como pueden ser:

- Trepadores.
- Banqueta y alfombra aislantes.
- Verificadores de ausencia de tensión.
- Pértigas aislantes para maniobras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929
VISADO

- Dispositivos de puestas a tierra y en cortocircuito.

4.2.4 EVALUACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

La evaluación de riesgos se ha realizado según se indica en su apartado correspondiente.

Riesgo	Probabilidad			Consecuencias			Valoración				
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO	I	IN
Caídas a distinto nivel	X				X			X			
Caídas al mismo nivel	X			X			X				
Caída de objetos en manipulación	X			X			X				
Pisadas sobre objetos	X			X			X				
Choque contra objetos móviles/inmóviles	X			X			X				
Proyección de fragmentos o partículas	X			X			X				
Contactos eléctricos	X				X			X			
Exposición a radiaciones	X				X			X			
Explosiones	X				X			X			
Incendios	X			X			X				

4.3 TRABAJOS PRÓXIMOS A LÍNEAS ELÉCTRICAS

4.3.1 OBJETO

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse en los trabajos próximos a líneas.

4.3.2 ALCANCE

El presente procedimiento afecta a los trabajos próximos a líneas eléctricas.

4.3.3 RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Contactos eléctricos.

4.3.4 INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD

- Antes de realizar cualquier trabajo próximo a líneas eléctricas habrá que consultar la normativa correspondiente.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas será ordenado y dirigido por el jefe del tajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- La distancia mínima que debe guardarse bajo una línea eléctrica aérea es de 5 m., quedando prohibido el trabajo o aproximación de personas u objetos bajo líneas eléctricas a distancias inferiores de las indicadas.
- Estas distancias se asegurarán mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental.
- La señalización de obstáculos y gálibos se dispondrá antes de iniciar los trabajos en las proximidades de estas líneas.

Si la línea eléctrica es subterránea no se ejecutarán trabajos mecánicos a distancias inferiores a 1 metro.

5 IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los caminos de acceso entrañarán un riesgo, debido a la circulación de personas ajenas, una vez iniciados los trabajos.

Se señalizará de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad.

Se evitará el paso de personas ajenas a la obra mediante la señalización conveniente y vigilancia de la obra.

6 DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES

El contratista está obligado a recoger en su plan de seguridad y salud en el trabajo (y realizar a continuación) las mediciones técnicas de los riesgos higiénicos que se hayan identificado en el presente estudio de seguridad y salud, o de aquellos riesgos higiénicos que se pudieran detectar a lo largo de la realización de los trabajos.

Estas mediciones se llevarán a cabo cuando sean necesarias para evaluar el riesgo higiénico de la obra, y para su realización se emplearán aparatos técnicos especializados, manejados por personal cualificado. Los informes de estado y evaluación serán entregados al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para su estudio y propuesta de decisiones.

7 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS

El acceso de los vehículos a la obra, o las interferencias de la obra con la circulación, se señalizará de acuerdo con la normativa vigente (regulada por el código de circulación y la Instrucción de Carreteras 8.3 – IC), tomándose las adecuadas medidas de seguridad. Los desvíos provisionales que se habiliten deberán estar especialmente bien señalizados, sobre todo por la noche. A tal efecto, se dispondrán las señales reglamentarias, y la señalización de los desvíos se reforzará, además con otros elementos auxiliares: conos reflectantes, piquetas, ojos de gato, balizas destellantes y cascadas luminosas si hiciera falta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021920
VISADO

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos, se decide el empleo de señalización normalizada (regulada por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril), que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra. La señalización elegida, se refiere a:

- Señal de advertencia de peligro (indeterminado).
- Señal de advertencia de paso de vehículos.
- Señal de advertencia de caídas a distinto nivel.
- Señal de advertencia de riesgo de tropezar.
- Señal de protección obligatoria de la vista.
- Señal de protección obligatoria de la cabeza.
- Señal de protección obligatoria de los oídos.
- Señal de protección obligatoria de las vías respiratorias.
- Señal de protección obligatoria de los pies.
- Señal de protección obligatoria de las manos.
- Señal de protección obligatoria de la cara.
- Señal de protección obligatoria del cuerpo.
- Señal de protección obligatoria contra caídas.
- Señal de prohibido fumar.
- Señal de prohibido encender fuego.
- Señal de entrada prohibida a personas no autorizadas.
- Señal de prohibido el paso.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

8 EVACUACIÓN DE MATERIALES Y RESIDUOS

Deberá planificarse de forma adecuada la evacuación y transporte de materiales, tierras, escombros y residuos, de manera que los trabajadores no estén expuestos a riesgos para la seguridad o la salud y estén debidamente protegidos contra infecciones u otros factores derivados de tales operaciones.

La evacuación o eliminación de residuos se realizará bien directamente, previa desinfección en su caso, o por medio de tuberías o acumulándose en recipientes adecuados. Igualmente habrán de ser eliminadas o evacuadas las aguas residuales y las emanaciones molestas o peligrosas por procedimientos eficaces que aseguren la salud y seguridad de los trabajadores. Se dispondrán lonas, mallas o recipientes adecuados para evitar el derrame durante el transporte de productos y materiales al vertedero.

Las áreas de desescombrado deberán acotarse de manera bien visible, para que nadie, descuidadamente, pase bajo las mismas. Los escombros, antes de sacarlos, deberán humedecerse ligeramente. Caso de que los lugares por donde deban tirarse los escombros

presenten riesgo de caída al vacío de los operarios que realizan la operación, deberán disponerse elementos de protección, tales como barandillas o apantallamientos.

9 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

9.1 VIGILANCIA DE LA SALUD

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que 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 la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

Todo el personal que empiece a trabajar en la empresa deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

9.2 BOTIQUINES

Se dispondrá de un botiquín de obra que se situará en la caseta de vestuarios, y que se señalizará mediante cartel.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002029

El contenido mínimo del botiquín será: agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo transparente, cajas de gasas estériles, algodón hidrófilo, rollo de esparadrapo, vendas, torniquete, bolsa para agua o hielo, guantes esterilizados, pinzas, tijeras, termómetro clínico, antiespasmódico, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencias.

Será preciso que en la obra se encuentren dos personas que tengan conocimientos de primeros auxilios de forma básica. Estas personas serán también, responsables de la revisión semanal de los botiquines y de su reposición.

9.3 ASISTENCIA A ACCIDENTADOS:

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc. donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones para urgencia, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

9.4 DATOS DE INTERÉS

El personal será informado que, en las casetas de vestuarios, junto al botiquín, y en la oficina de obra existe una lista de teléfonos de interés, donde acudir para un rápido traslado de accidentados.

En la lista telefónica figurarán al menos los siguientes números:

Tabla 14. Teléfonos de emergencias

Organismo	Teléfono
Emergencias	112
Información Toxicológica	915 620 420
Bomberos	112
Policía Local	092
Guardia Civil	062
Policía Nacional	091

Tabla 15. Proximidad a centros asistenciales

Centro	Dirección	Municipio	Teléfono
Centro de Salud Pisuerga	Pl. España, 5, 47195 Arroyo de la Encomienda, Valladolid	Arroyo de la Encomienda	983408769
Hospital Universitario Río Hortega	C. Dulzaina, 2, 47012 Valladolid	Valladolid	983420400

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en el siguiente enlace: https://sede.electronica.cti.gob.es/validarDocumentos.aspx
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002428

10 INSTALACIONES GENERALES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con

materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc, estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización.

Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

10.1 DOTACIÓN DE ASEOS

Por cada 10 trabajadores los aseos estarán equipados como mínimo por:

- 1 lavabo con espejo, agua corriente fría y caliente.
- 1 ducha con agua corriente fría y caliente.
- 1 inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico.
- Perchas y jaboneras.

10.2 DOTACION DE VESTUARIOS

La sala destinada a los vestuarios estará lo suficientemente dimensionada para cubrir las necesidades previstas.

Cada módulo para 25 trabajadores estará equipado como mínimo con:

- 2 metros cuadrados por cada trabajador.
- 1 taquilla metálica con cerradura por cada trabajador.
- Bancos de madera corridos.
- Espejos.

11 FORMACIÓN

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas, pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Por ello, todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, justamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0001929
VISADO

Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

12 REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

13 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Las causas que propician la aparición de un incendio en una obra no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldadura, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.) junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para la maquinaria, pinturas, etc.), puesto que el carburante (oxígeno) está presente en todos los casos.

Las medidas preventivas a considerar serán:

- Realizar una revisión y control periódico de la instalación eléctrica provisional.
- Cuidar el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra.
- Mantener siempre el orden y la limpieza adecuados, evitando la acumulación de materiales de embalaje (plásticos, cartones, papeles, etc.).
- Evitar fumar en los lugares de trabajo.
- No sobrecargar las líneas eléctricas con la utilización de tomas múltiples de corriente.
- No hacer reparaciones provisionales en la instalación eléctrica: cualquier anomalía que se observe debe ser reparada por un profesional.
- Desconectar siempre todos los aparatos eléctricos después de su utilización y al finalizar la jornada laboral.
- No colocar papeles, plásticos o telas sobre los aparatos eléctricos.

Los medios de extinción serán los siguientes: se situarán extintores en la proximidad a los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio, colocados en sitio visible y accesible fácilmente. Especialmente, se instalarán extintores en la zona de acopios; en la oficina de obra; en el comedor; en el botiquín; junto al cuadro general de protección y en los vestuarios. Los extintores serán de espuma física o química, mezcla de ambas o polvos secos, anhídrido carbónico o agua, según convenga a la causa determinante del fuego extinguir.

Asimismo, se considera de interés tener en cuenta otros medios de extinción como arena, agua, herramientas de uso común (palas, picos, etc.).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org/cvds
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 022029

Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos, de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los tajos. Existirá adecuada señalización, indicando los lugares de prohibición de fumar, situación de extintor, etc.

Todas estas medidas se han redactado teniendo en cuenta que los bomberos serán avisados inmediatamente, y sólo actuarán ante un caso de incendio personal adiestrado y siempre y cuando su extensión permita que sea controlado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

ANEJO 1. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 INTRODUCCIÓN

Para la realización de la evaluación se ha utilizado un método que se fundamenta en el método propuesto por William T. Fine( ), y sigue el criterio de calificación de riesgos según gravedad establecido en la norma UNE 81905 y adoptado también por el Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, dependiente del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo( ).

Este método utiliza, atendiendo a Fine, el concepto de grado de peligrosidad, que es un valor numérico asociado a la gravedad del riesgo. Según el valor del grado de peligrosidad, los riesgos pueden clasificarse en los cinco tipos propuestos por la norma UNE: riesgos triviales, riesgos tolerables, riesgos moderados, riesgos importantes y riesgos intolerables.

Para calcular el grado de peligrosidad de un riesgo deben ser establecidas la severidad del riesgo, la exposición a él del trabajador cuyo puesto está siendo evaluado, y la probabilidad unitaria de que dicho riesgo ocurra.

La severidad de un riesgo es el valor asignado al daño más probable que produjese si se materializase.

La exposición de un trabajador a un riesgo determinado es el valor asignado a la frecuencia con la que este trabajador se expone a dicho riesgo.

La probabilidad unitaria de que ocurra un riesgo es el valor asignado a la probabilidad de que ocurra el riesgo en una sola exposición.

Finalmente, se incluye una explicación detallada de la definición y del cálculo del grado de peligrosidad, y de las acciones generales que deben llevarse a cabo en función del valor obtenido para la citada magnitud.

2 SEVERIDAD DE UN RIESGO

La severidad de un riesgo es el valor asignado al daño más probable que produjera si se materializase. Para asignar dicho valor, el técnico habrá imaginado el daño que más frecuentemente podría ocurrir de materializarse el riesgo detectado, y lo habrá comparado con los daños descritos en la Tabla 16. El valor consignado por el técnico se encontrará entre el límite inferior y el límite superior correspondientes a la descripción del daño más probable.

Tabla 16. Severidad de los riesgos

Ref.	La secuencia del accidente, incluyendo las consecuencias es...	Severidad		
		Límite inf.	Valor medio	Límite sup.
s1	Daños superficiales (pequeños cortes y magulladuras); irritación de los ojos por polvo; molestias e irritación (dolor de cabeza, disconfort). Lesiones previsiblemente sin baja o con baja inferior a 10 días naturales.	1	2	3
s2	Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores; sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que lleven a incapacidades menores. Lesiones con baja previsible entre 10 y 60 días naturales	3	5	8

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Ref.	La secuencia del accidente, incluyendo las consecuencias es...	Severidad		
		Límite inf.	Valor medio	Límite sup.
s3	Fracturas mayores, amputaciones menos graves (dedos,), intoxicaciones previsiblemente no mortales, lesiones múltiples. Lesiones con baja previsiblemente superior a 60 días naturales	8	11	15
s4	Amputaciones muy graves (manos, brazos, ojos); cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida; lesiones mortales	15	22	30
s5	Lesiones muy graves ocurridas a varias o a muchas personas	30	65	100

3 EXPOSICIÓN A UN RIESGO

La exposición de un trabajador a un riesgo determinado es el valor asignado a la frecuencia con la que este trabajador se expone a dicho riesgo. Para asignar el valor, el técnico habrá consultado con personas que conozcan detalladamente el puesto de trabajo evaluado y utilizará como referencia los valores incluidos en la Tabla 17.

Tabla 17. Exposición al riesgo

Ref.	La secuencia del accidente, incluyendo las consecuencias es...	Severidad		
		Límite inf.	Valor medio	Límite sup.
e1	Muy remotamente: no se sabe que haya ocurrido, pero se considera posible	0,5	0,5	0,5
e2	Raramente: se sabe que ha ocurrido	1	1	1
e3	Irregularmente: de una vez al año a una vez al mes	2	2,5	3
e4	Ocasionalmente: de una vez al mes a una vez por semana	3	3,5	4
e5	Habitualmente: entre una vez por semana y una vez al día	4	5	6
e6	Frecuentemente: algunas veces al día	6	7	8
e7	Continuamente: muchas veces al día	10	10	10

4 PROBABILIDAD UNITARIA DE UN RIESGO

La probabilidad unitaria de que ocurra un riesgo es el valor asignado a la probabilidad de que ocurra el riesgo en una sola exposición. En otras palabras, es la probabilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, ocurra la secuencia completa del accidente, dando lugar al accidente y a las consecuencias estimadas como más probables.

Para asignar el valor, el técnico habrá inspeccionado el lugar donde se desarrolla la actividad del puesto de trabajo, o habrá consultado con personas que conozcan bien las tareas que se realizan en él y los lugares donde se efectúan. Luego, utilizará como referencia los valores de la Tabla 18.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Tabla 18. Probabilidad unitaria de un riesgo

Ref.	La secuencia del accidente, incluyendo las consecuencias es...	Severidad		
		Límite inf.	Valor medio	Límite sup.
p1	Extremadamente remota pero concebible. Nunca ha sucedido	0,5	0,5	0,5
p2	Remotamente posible. Se sabe que ha ocurrido	1	1	1
p3	Rara	2	2,5	3
p4	Bastante frecuente; no es nada extraño; tiene una probabilidad entre el 5 y el 25%	3	3,5	4
p5	Completamente posible; no sería nada extraño; tiene una probabilidad entre el 25% y el 50%	4	5	6
p6	El resultado más probable Probabilidad superior al 50%	10	10	10

5 GRADO DE PELIGROSIDAD Y PRIORIDAD DE SOLUCIONES

El grado de peligrosidad de un riesgo detectado en un puesto de trabajo se obtiene a partir de los valores asignados a la severidad, exposición y probabilidad unitaria correspondientes a dicho riesgo, según la ecuación:

Grado de peligrosidad = Severidad · Exposición · Probabilidad unitaria

Una vez obtenido su grado de peligrosidad, un riesgo puede calificarse desde “trivial” hasta “intolerable”, de acuerdo con la Tabla 19:

Tabla 19. Calificación de los riesgos

Ref.	Calificación del riesgo	Severidad		
		Límite inf.	Valor medio	Límite sup.
G1	Riesgo trivial	0,5	5	10
G2	Riesgo tolerable	11	20	30
G3	Riesgo moderado	31	65	100
G4	Riesgo importante	101	200	300
G5	Riesgo intolerable	301	5150	10000

Una vez calificado un riesgo por su grado de peligrosidad, la Tabla 20 permite decidir si es necesario adoptar medidas preventivas para evitarlo o reducirlo y, si lo es, asignar la prioridad relativa con que deben implantarse tales medidas.

Tabla 20. Necesidad y urgencia de las medidas preventivas

Ref.	Calificación del riesgo	Acción y temporización
G1	Riesgo trivial	No se requiere ninguna acción preventiva.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

Ref.	Calificación del riesgo	Acción y temporización
G2	Riesgo tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
G3	Riesgo moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones necesarias. Las medidas preventivas adecuadas deben implantarse en un plazo razonable.
G4	Riesgo importante	No debe comenzarse el trabajo hasta haber reducido el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se esté realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al previsto para los riesgos moderados.
G5	Riesgo intolerable	El trabajo no debe comenzar ni continuar hasta que el riesgo sea reducido. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CAPÍTULO Nº2: PLIEGO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1 PRESCRIPCIONES DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Las prescripciones sobre la utilización y el mantenimiento de los equipos de trabajo vienen reflejas en los cuadernillos de los equipos técnicos y de las unidades constructivas que se seleccionaron para ser incluidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Durante el transcurso de las obras, se tomarán todas las medidas y precauciones necesarias para que los elementos de Seguridad e Higiene instalados para la ejecución de estas obras, y definidos en el presente Estudio de Seguridad y Salud, se encuentren en todo momento en servicio y en buenas condiciones para su finalidad. Será responsabilidad de la Dirección de obra, o del vigilante de seguridad en su caso, el mantener y conservar dichas medidas en perfecto estado de uso y funcionalidad, cambiando o reemplazando de lugar los elementos que así lo requieran.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

1.1 REDES

Podrán ser de tres tipos:

- Tipo A.- Red sujeta a un soporte (marco) horizontal.
- Tipo B.- Red de seguridad con cuerda perimetral (gran paño) cuya superficie es mayor de 35 m^2, siendo uno de sus lados igual o mayor de 5 metros.
- Tipo C.- Red atada a un soporte marco vertical (red tipo barandilla).

La energía de rotura que deben soportar en un ensayo estático será la siguiente:

- Tipo A: 12 KJ.
- Tipo B: 7 KJ.
- Tipo C: 5 KJ.

Los ensayos los efectuará un organismo competente en la materia, según la normativa existente a tal efecto. (UNE 81.650.80 Redes de seguridad. Características y ensayos. UNE 40.219.73 y UNE 40.220.73 Ensayos de mallas y trencillas de redes.).

Para que cumplan loa anterior, las redes serán de fibras de poliamida de alta tenacidad y tendrán las siguientes características:

- Tipo A: Redes cuyas trencillas tengan 7 milímetros de diámetro.
- Tipo B: Redes cuyas trencillas tengan 4 - 4,5 milímetros de diámetro.
- Tipo C: Redes cuyas trencillas tengan 3 milímetros de diámetro.

Además, las redes a utilizar no podrán tener nunca más de 6 meses de uso, por lo que se colocarán nuevas, sustituyéndose cada seis meses.

Las horcas deberán ser de tubo de acero A-37 conformado en frío de 100 x 50 milímetros, en chapa de 4 milímetros de espesor y deberán estar perfectamente acuñadas con cuñas de madera en su anclaje con las horquillas dispuestas en los forjados.

Las horquillas de sujeción de las horcas a los forjados serán de redondo de acero normal de 12 milímetros de diámetro como mínimo y de 16 milímetros como máximo, en zonas de especial tensión, y se colocarán como máximo cada 5 metros.

Se utilizará una cuerda de poliamida de 10 milímetros de diámetro para el cosido entre paños de red, para la cuerda perimetral de las redes y para los cuelgues y sujeciones de las redes.

Las redes tipo horca se deberán colocar para servir de protección desde la primera planta de forjado.

En los bordes de los forjados se dejarán previstos previamente al hormigonado ganchos formados por redondos de 10 milímetros de diámetro, unidos a la armadura de los zunchos del borde, colocando uno cada 50 centímetros para poder amarrar las redes.

Además de los indicados anteriormente, se deberán colocar ganchos de 16 milímetros de diámetro en zonas de especial tensión, es decir, a ½ de la longitud a proteger y en extremos.

Los pescantes metálicos tipo horca deberán estar perfectamente acuñados a las horquillas instaladas en los forjados, con cuñas de madera, de forma que se garantice su inmovilización total.

El izado del conjunto, soporte y red, se realizará por posturas sucesivas. Para esta operación los operarios deben hacer uso correcto del cinturón de seguridad anclado a un punto fijo y sólido, así como de elementos que le permitan la movilidad deseada sin abandonar su punto de anclado.

1.2 PROTECCIÓN DE LA CABEZA

La cabeza puede verse agredida dentro del ambiente laboral por distintas situaciones de riesgo, entre las que cabe destacar:

- Riesgos mecánicos. Caída de objetos, golpes y proyecciones.
- Riesgos térmicos. Metales fundidos, calor, frío, etc.
- Riesgos eléctricos. Maniobras y/u operaciones en alta o baja tensión.

La protección del cráneo frente a estos riesgos se realiza por medio del casco que cubre la parte superior de la cabeza.

Las características técnicas exigibles a los cascos de protección se encuentran en la norma EN 397.

1.3 PROTECCIÓN DEL OÍDO

Un protector auditivo es un elemento de protección personal utilizado para disminuir el nivel de ruido que percibe un trabajador situado en un ambiente ruidoso.

Los protectores auditivos los podemos clasificar en los siguientes grupos:

- Orejeras.
- Tapones.

Las orejeras son protectores que envuelven totalmente al pabellón auditivo. Están compuestas por CASCOS, que son piezas de plástico duro que cubren y rodean la oreja. Los bordes están recubiertos por unas almohadillas rellenas de espuma plástica con el fin de sellar

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002129

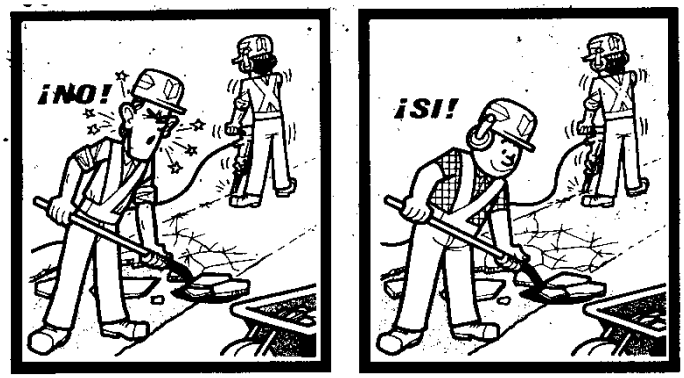
acústicamente contra la cara. La superficie interior del casco está normalmente recubierta de un material absorbente del ruido.

El ARNÉS es el dispositivo que sujeta y presiona los cascos contra la cabeza o sobre la nuca.

Hay cascos de seguridad que llevan acoplados dos cascos de protección auditiva y que pueden girarse 90º a una posición de descanso cuando no es preciso su uso.

Los tapones son protectores auditivos que se utilizan insertos en el conducto auditivo externo, obturándolo. En general, no son adecuados para personas que sufran enfermedades de oído o irritación del canal auditivo. Puede llevar un ligero arnés o cordón de sujeción para evitar su pérdida.

La normativa técnica que contempla las características de estos elementos de protección es la norma EN 352.



Utilizar las protecciones contra el ruido, previstas en la obra o el taller.

Ilustración 3. Protección del oído

1.4 PROTECCIÓN DE OJOS Y CARA

Los equipos de protección personal de ojos y cara se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Pantallas. Las pantallas cubren la cara del usuario, preservándolo de las distintas situaciones de riesgo a que pueda verse sometido. Las pantallas protectoras, en orden a sus características intrínsecas, pueden clasificarse en:
- Pantallas de soldadores. Pueden ser de mano o de cabeza. Las pantallas para soldadores van provistas de filtros especiales inactínicos que, de acuerdo con la intensidad de las radiaciones, tendrán una opacidad determinada, indicada por su grado de protección N. Estas pantallas pueden llevar antecristales que protegen también contra los posibles riesgos de impactos de partículas en operaciones de limpieza o preparación de soldaduras. Estos cristales de protección mecánica pueden ser de dos tipos: Antecristales y cubrefiltros. Las características técnicas de estos equipos de protección están recogidas en las normas EN 166, EN 167, EN 169, EN 175 y EN 379.
- Pantallas faciales. Están formadas por un sistema de adaptación a la cabeza abatible y ajustable y diferentes variantes de visores. Dependiendo del tipo de visor proporciona protección contra radiaciones, salpicaduras de líquidos corrosivos, proyección de partículas, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Las características técnicas de estos protectores vienen recogidas en las normas EN 166, EN 167 y EN 168.

- Gafas. Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador. Las gafas, en función del tipo de riesgos a que se encuentre sometido el trabajador en su puesto de trabajo, debe garantizar total o parcialmente la protección adicional de las zonas inferior, temporal y superior del ojo. Los oculares pueden ser tanto de material mineral como de material orgánico. En cualquier caso, como la montura, requieren una certificación específica. Las gafas pueden ser de los siguientes tipos:
- Gafa tipo universal.
- Gafa tipo cazoleta.
- Gafa tipo panorámica.

Las características técnicas de estos equipos se encuentran recogidas en las normas EN 166, EN 167, EN 168 y EN 170.

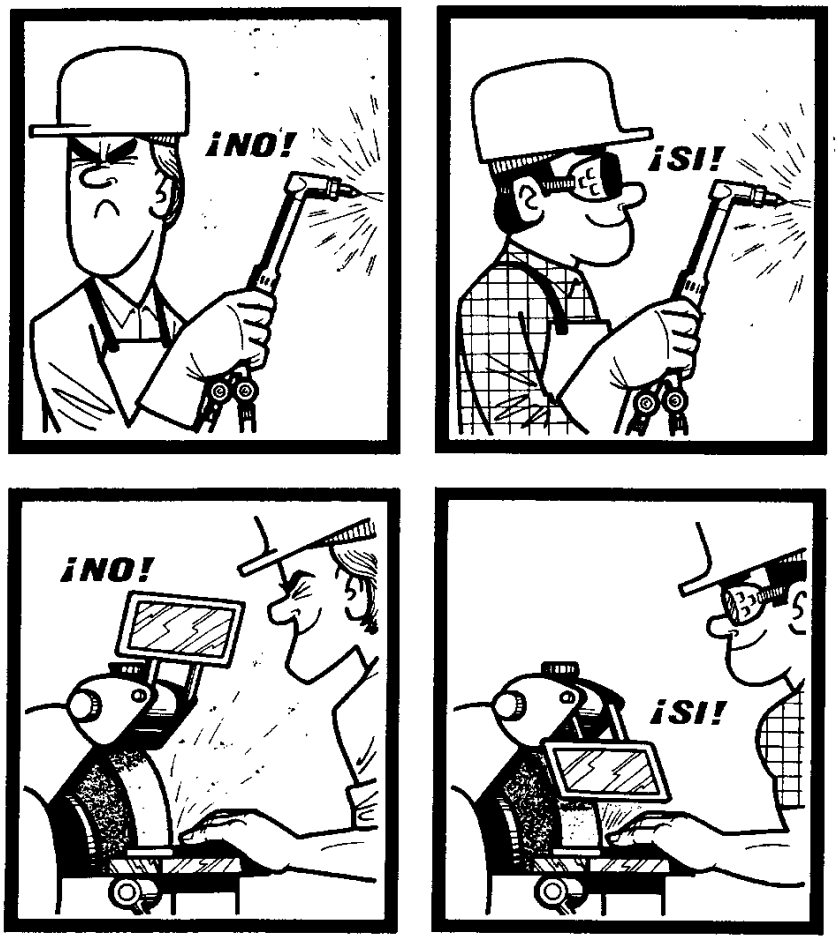


Ilustración 4. Protección de ojos y cara

1.5 PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias tienen como misión hacer que el trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente contaminado o con deficiencia de oxígeno, pueda disponer para su respiración de aire en condiciones apropiadas. Estos equipos se clasifican en dos grandes grupos:

- Respiradores purificadores de aire. Son equipos que filtran los contaminantes del aire antes de que sean inhalados por el trabajador. Pueden ser de presión positiva o negativa. Los primeros, también llamados respiradores motorizados, son aquellos que disponen de un sistema de impulsión del aire que lo pasa a través de un filtro para que llegue limpio al aparato respiratorio del trabajador. Los segundos, son aquellos en los que la acción filtrante se realiza por la propia inhalación del trabajador.
- Respiradores con suministro de aire. Son equipos que aíslan del ambiente y proporcionan aire limpio de una fuente no contaminada, Se destacan dos grandes grupos:
- Equipos semiautónomos.
- Equipos autónomos.

Las características técnicas de los equipos de protección de las vías respiratorias se encuentran recogidas en las normas EN 140, EN 141, EN 143, EN 149, EN 405.



Ilustración 5. Protección de las vías respiratorias

1.6 PROTECCIÓN DE BRAZOS Y MANOS

Un guante es una prenda del equipamiento de protección personal que protege una mano o una parte de ésta, de riesgos. Puede cubrir parte del antebrazo y brazo también.

Las extremidades superiores de los trabajadores pueden verse sometidas, en el desarrollo de un determinado trabajo, a riesgos de diversa índole, en función de los cuales la normativa de la Unión Europea establece la siguiente clasificación:

- Protección contra riesgos mecánicos.
- Protección contra riesgos químicos y microorganismos.
- Protección contra riesgos térmicos.
- Protección contra el frío.
- Guantes para bomberos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00021929
VISADO

- Protección contra radiación ionizada y contaminación radiactiva.

Cada guante, según el material utilizado en su confección, tiene sus limitaciones de uso, debiéndose elegir el más adecuado para cada tarea en particular.

Las características técnicas de los guantes se encuentran recogidas en las normas EN 388, EN 374, EN 407, EN 420, EN 421 y EN 511.

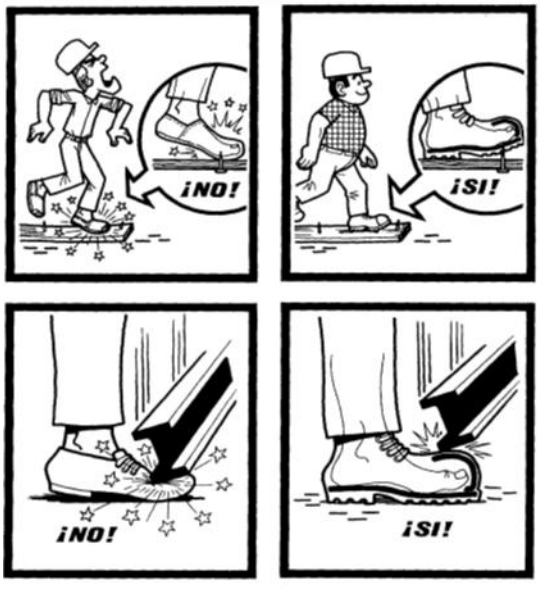


Usar los guantes adecuados a los trabajos que se han de ejecutar, para evitar
- enfermedades de la piel
- pinchazos ...

Ilustración 6. Protección de brazos y manos

1.7 PROTECCIÓN DE LOS PIES

Son los pies la parte del cuerpo humano con mayor riesgo de daño directo o capaz de transmitir daños a otra parte del organismo por ser los puntos de contacto necesarios con el medio para desplazarnos o desarrollar la mayor parte de nuestras actividades. Esta circunstancia ha hecho que de forma natural la humanidad haya tendido a protegerse en primer lugar de las depresiones del suelo y agentes meteorológicos a través del calzado.



Usar zapatos o botas de seguridad con plantilla y puntera de acero, para evitar
- los pinchazos
- los aplastamientos

Ilustración 7. Protección de los pies

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

El calzado de seguridad pretende ser un elemento que proteja, no solo de las agresiones a los pies, sino que evite además que por éstos lleguen agresiones a otras partes del organismo a través del esqueleto del que constituyen su base.

Así, el calzado de seguridad no ha de verse como único elemento de protección contra impactos o pinchazos, sino que, además, protege contra:

- Vibraciones.
- Caídas mediante la absorción de energía.
- Disminuye el resbalamiento permitiendo una mayor adherencia.
- Disminuye la influencia del medio sobre el que se apoya, calor o frío.
- Previenen de agresiones químicas como derrames, etc.

Las características técnicas del calzado de protección se encuentran recogidas en las normas EN 344 y EN 345.

1.8 PROTECCIÓN DEL CUERPO ENTERO

Son aquellos que protegen al individuo frente a riesgos que no actúan únicamente sobre partes o zonas determinadas del cuerpo, sino que afectan a su totalidad.

El cubrimiento total o parcial del cuerpo del trabajador tiene por misión defenderlo frente a unos riesgos determinados, los cuales pueden ser de origen térmico, químico, mecánico, radiactivo o biológico.

La protección se realiza mediante el empleo de prendas tales como mandiles, chaquetas, monos, etc., cuyo material debe ser apropiado al riesgo existente.



Ilustración 8. Protección del cuerpo entero

Las características técnicas de la ropa de trabajo vienen recogidas en las normas EN 340, EN 366, EN367, EN 368, EN 369, En 467, EN 531 y EN 532.

Las prendas de señalización serán aquellas prendas reflectantes que deban utilizarse, sea en forma de brazaletes, guantes, chalecos, etc., en aquellos lugares que forzosamente tengan que estar oscuros o poco iluminados y existan riesgos de colisión, atropellos, etc.

Las características técnicas de las prendas de alta visibilidad se encuentran recogidas en las normas EN 340 y EN 471.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0029929
VISADO

La finalidad del cinturón de seguridad es la de retener o sostener y frenar el cuerpo del trabajador en determinadas operaciones con riesgo de caída de altura, evitando los peligros derivados de las mismas.

Los cinturones de seguridad pueden clasificarse en:

- Cinturones de sujeción.
- Cinturones de suspensión.
- Cinturones de caída.

Las características técnicas de los cinturones de seguridad están recogidas en las normas EN 360, EN 361 y EN 362.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

2 CARACTERÍSTICAS, UTILIZACIÓN Y CONSERVACIÓN DE MÁQUINAS, MAQUINARIA - MEDIOS AUXILIARES Y SISTEMAS

2.1 MÁQUINAS

2.1.1 MÁQUINAS DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Dentro de este grupo tenemos una serie de máquinas que se emplea para estos trabajos como son:

Pala excavadora. Formada por chasis de tractor, sobre orugas o neumáticos en cuya parte delantera lleva acoplada una cuchara.

Retroexcavadora. Realiza la misma función que la pala excavadora con la diferencia de que en lugar de recoger tierras por encima de su chasis, las recoge en un plano inferior. El cucharón de la retroexcavadora es de fondo fijo por lo que puede descargar por gravedad haciendo que la caja voltee sobre un eje de sujeción y vierta el contenido por la misma boca que mira el terreno.

Camión basculante. Vehículo sobre cuyo chasis está instalada una caja metálica que permite su llenado de tierras o escombros. El vertido se efectúa por la basculación de la caja a través de la parte posterior donde existe una puerta que se abre para su vaciado.

Motoniveladora. Máquina que presenta en la parte inferior del chasis una cuchilla que permite el relleno o desmonte del terreno para lograr su nivelación.

2.1.2 MAQUINARIA DE ELEVACIÓN

De este grupo utilizaremos en esta obra:

Grúa autopropulsada: Vehículo sobre cuyo chasis se instala una grúa telescópica, provista de cabina de mandos para su manejo. Esta cabina es independiente de la cabina de conducción del vehículo.

2.1.3 MAQUINARIA PARA HORMIGONADO

Se emplearán de dos tipos:

Camión bomba-hormigón: Vehículo en cuyo chasis se monta una bomba que alimentada por la parte posterior del camión permite impulsar el hormigón a zonas de difícil acceso.

Camión-Hormigonera: Camión sobre cuyo chasis se monta una cuba que sirve para el transporte y vertido del hormigón a la obra.

Las normas para su utilización son las siguientes:

- Todos los vehículos y máquinas empleadas en la obra deben disponer de documentación en regla. La empresa constructora se cerciorará que tienen cubierta la responsabilidad civil y que están asegurados pidiendo los recibos de estas contingencias puestos al día. También presentarán las inspecciones técnicas a la que están obligados por el Ministerio de Industria y/o trabajo.
- Estas máquinas serán manipuladas por personas autorizadas y debidamente cualificadas, a las que se vigilarán las condiciones psico-físicas en cada momento, para que sean las adecuadas al trabajo en ejecución.
- Irán prevista de señal visual giratoria de color naranja y señal acústica de marcha atrás. Es obligatorio que el conductor del vehículo o máquina inicie el movimiento o marcha tocando el claxon.
- Irán previstas de cabina antivuelco y es obligatorio el uso del cinturón de seguridad cuando estén trabajando.
- No transportarán a personas si no existe asiento para acompañantes.
- No almacenarán materiales combustibles en la cabina (grasas, aceites, etc.), quedando totalmente prohibido fumar mientras se procede a su repostaje de combustible. Las máquinas irán dotadas de extintor, que será revisado periódicamente.
- Diariamente revisarán y comprobarán los elementos de la máquina o vehículo.
- Los conductores accederán a la cabina por el lugar previsto para ello y comprobarán que no existe nadie en las proximidades que pueda ser atropellado cuando inicien los trabajos. Cumplirán estrictamente con las normas y señalización de la obra. Las maniobras dentro de la obra ser harán sin brusquedades.
- Cuando sea necesario parar, los mandos de la máquina o vehículos se situarán en posición neutra, quedando en vehículo frenado. Si la parada se prolonga se parará el motor. Al final de la jornada se estacionará quedando el vehículo, con el freno de mano echado y con calzos situados en las ruedas. No se estacionará en las proximidades de las excavaciones.
- No realizarán funciones o trabajos para los que no se concibieron y durante su trabajo no habrá ningún operario en el radio de acción de éstas. Los conductores conocerán la función a desempeñar por cada máquina, así como sus limitaciones, especialmente las relativas a cargas máximas, radios de maniobra y gálibos.

2.2 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Se describen las características y las normas de utilización y conservación de los siguientes elementos:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la dirección https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

Máquina auxiliar de compactación. Nos referimos a los rulos vibratorios pisones, bandejas vibrantes... que se utilizan para la compactación del fondo de zanjas y de esta una vez que ha sido tapada. Estos equipos serán manejados por operarios instruidos. Esta maquinaria llevará en lugar visible las normas de utilización, las normas de conservación (cambios de aceites, combustibles que utiliza), así como pictogramas explicativos de las medidas de protección individual que debe utilizarse en su manejo.

Máquina dobladora de ferralla. Máquina que permite construir los estribos de las armaduras, que debe ser manejada por personal cualificado y sobre la que en lugar visible estarán los esquemas de vibración, mantenimiento y conservación.

Sierra circular de madera. Tendrá colocado en todo momento la protección del disco y estará provista de cuchillo divisor. El disco debe conservarse en buenas condiciones, procediendo a su sustitución cuando esté desgastado o resquebrajado. La máquina estará situada en lugar ventilado y presentará una instalación eléctrica en buen estado. Se limpiará la viruta y serrín para evitar posibles incendios.

Cortadora de material cerámico. Estará ubicada en lugar ventilado, presentado las protecciones colocadas en el disco y en la transmisión. Antes de iniciar los trabajos con ella se procederá a la limpieza y mantenimiento observando el estado del disco y las conexiones eléctricas.

Vibradora de Hormigón. Se utilizarán siempre desde una posición estable y la manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida. El operario usará el equipo ya mencionado en la descripción de los trabajos con hormigón.

Hormigonera eléctrica. Figurarán en lugar visible las normas de utilización, mantenimiento y equipo de protección a utilizar. Todos los órganos de transmisión estarán protegidos mediante carcasa metálica fija, que no podara ser eliminada sin la ayuda de herramientas. Se situará en superficie llana y consistente, estando todas sus partes metálicas conectadas a tierra.

Equipo compresor. En lugar visible figuran las normas de mantenimiento y utilización. Estas tareas se harán con el equipo parado y por personal especializado. Para trabajar en las ruedas se calzarán y las carcasas protectoras estarán siempre en posición cerrada. Es obligado el uso de cascos auriculares en una radio de acción de 5 m. Se vigilarán periódicamente el estado de las mangueras y las conexiones de estas se realizarán mediante racores de conexión.

Soldadura eléctrica y oxiacetilénica. En la soldadura eléctrica la alimentación de energía ser hará a través de un cuadro eléctrico secundario con sus protecciones diferenciales. En los trabajos de ambos tipos de soldadura el tajo debe mantenerse limpio y ordenado. Antes de iniciar la tarea se revisarán los elementos que los forman y se utilizará el equipo de protección individual.

Maquinillo de elevación. Este tipo de máquina de elevación es muy utilizada como complemento a otras máquinas de elevación, debido a su manejabilidad de alto rendimiento paralizado de cargas poco pesadas. La primera medida a tener en cuenta es su emplazamiento, realizándose sobre el forjado, anclándose en cada una de sus patas de soporte, no usándose nunca contrapesos para su fijación. Los operarios que intervengan en la carga estarán dotados de cinturón de seguridad anclados a elementos resistentes distintos del propio maquinillo. Antes de comenzar a trabajar con él, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, el cable de suspensión de carga, las eslingas a utilizar, el gancho de suspensión, el cuadro de alimentación, así como que el motor y los órganos de transmisión estén correctamente

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929
VISADO

protegidos. Los movimientos simultáneos de elevación y descenso estarán prohibidos, así como hacer tracción oblicua de las cargas, dejar caer cargas suspendidas y permanecer bajo la carga suspendida. Una vez finalizado el trabajo, se pondrán los mandos a cero y no se dejarán cargas suspendidas. El mantenimiento de estos aparatos se realizará siempre con el motor apagado.

Útiles de carga y descarga. Nos referimos a las cuerdas, cadenas, ganchos... Estos elementos se utilizarán en perfecto estado de mantenimiento. El fabricante deberá dar la carga de rotura nominal de estos útiles. Para su conservación se evitarán arrastrarlos sobre superficies ásperas, se evitarán que entren en contacto con sustancias químicas que los puedan atacar. Si se encuentra un útil que posea raspaduras, cortes... hay que deshacerse de él y no utilizarlo en los procesos de carga y descarga de materiales.

Escalera de mano. Se recomiendan las metálicas. Si se utilizan de madera los largueros serán de una sola pieza con los peldaños ensamblados. El apoyo inferior tendrá elementos que impidan su desplazamiento. Las escaleras de tijera estarán provistas de cadena o cable que impida que se abran.

Herramientas manuales. Son diversas las herramientas manuales que se van a emplear en el desarrollo de esta obra. Se utilizarán para los trabajos que han sido concebidas, se mantendrán limpias y siempre que no se utilicen estarán perfectamente ordenadas.

Motosierra y desbrozadora. Tendrán colocado en todo momento la protección del disco y estará provista de cuchillo divisor. El disco debe conservarse en buenas condiciones, procediendo a su sustitución cuando esté desgastado o resquebrajado. La máquina estará situada en lugar ventilado y presentará una instalación en buen estado. Se limpiará la viruta y serrín para evitar posibles incendios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929
VISADO

3 CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

3.1 ORGANIGRAMA

3.1.1 DELEGADOS DE PREVENCIÓN (ARTS. 35, 36 Y 37 DE LEY 31/1.995)

1. Los delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

2. Los delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo 34 de la Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales, con arreglo a la siguiente escala:

Tabla 21. Número de delegados según el tamaño de la empresa

De 50 a 100 trabajadores	2 delegados de Prevención
De 101 a 500 trabajadores	3 delegados de prevención
De 501 a 1.000 trabajadores	4 delegados de Prevención
De 1.001 a 2.000 trabajadores	5 delegados de prevención

De 2.001 a 3.000 trabajadores	6 delegados de Prevención
De 3.001 a 4.000 trabajadores	7 delegados de Prevención
De 4.001 en adelante	8 delegados de Prevención

En las empresas de hasta 30 trabajadores, el delegado de Prevención será el delegado de personal.

En las empresas de 31 a 49 trabajadores habrá un delegado de prevención que será elegido por y entre los delegados de personal.

3. A efectos de determinar el número de delegados de Prevención, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

Los trabajadores vinculados por contratos de duración determinada superior a un año se computarán como trabajadores fijos de plantilla.

Los contratados por término de hasta un año, se computarán según el número de días trabajados en el período de un año anterior a la designación. Cada doscientos días trabajados o fracción se computarán como un trabajador más.

Competencias y facultades

1. Son competencias de los delegados de prevención:

Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.

Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

Ser consultado por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la Ley 31/1.995.

Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Garantías y sigilo profesional de los delegados de Prevención

1. Lo previsto en el artículo 68 del Estatuto de los trabajadores en materia de garantías se aplicará a los delegados de prevención en su condición de representantes de los trabajadores.

El tiempo utilizado por los delegados de prevención para el desempeño de las funciones previstas en esta ley, será considerado como de ejercicio de funciones de representación a efectos de la utilización del crédito de horas mensuales retribuidas previsto en la letra e) del citado artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores.

No obstante lo anterior, será considerado en todo caso como tiempo de trabajo efectivo, sin imputación al citado crédito horario, el correspondiente a las reuniones del Comité de Seguridad y Salud y a cualesquiera otras convocadas por el empresario en materia de prevención de riesgos.

2. El empresario deberá proporcionar a los delegados de Prevención los medios y la formación en materia preventiva que resulten necesarios para el ejercicio de sus funciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

El tiempo dedicado a la formación será considerado como tiempo de trabajo a todos los efectos y su coste no podrá recaer en ningún caso sobre los delegados de Prevención.

3.1.2 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD (ARTS. 38 Y 39 DE LEY 31/1.995)

1. El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

2. Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los delegados de prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los delegados, de la otra.

En las reuniones del Comité participarán con voz, pero sin voto, los delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a la que se refiere el párrafo anterior.

3. El comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones de este.

Competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud

1. El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa.

Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

2. En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para:

Conocer directamente la situación relativa a la prevención de riesgos en el centro de trabajo.

Conocer cuántos documentos e informes, relativos a las condiciones de trabajo, sean necesarios.

Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores.

Conocer e informar la memoria y programación anual de servicios de prevención.

3.2 CONTROL DE LOS TRABAJOS

3.2.1 ÍNDICES DE CONTROL

Durante la ejecución de estas obras, se llevará el control de los índices siguientes:

- **Índice de incidencia**. Número de siniestros con baja acaecidos por cada cien trabajadores.

  I.I. = Núm. accidentes con baja x 102

  Núm. de trabajadores

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- **Índice de frecuencia**. Número de siniestros con baja acaecidos por cada millón de horas trabajadas.

  I.F. = Núm. accidentes con baja x 106

  Núm. de horas trabajadas

- **Índice de gravedad**. Número de jornadas perdidas por cada mil horas trabajadas.

  I.G. = Núm. jornadas perdidas acc. C/B x 103

  Núm. horas trabajadas

- **Duración media de incapacidad**. Número de jornadas perdidas por accidente, con baja.

  D.M.I. = Núm. jornadas perdidas acc. C/B

  Núm. accidentes con baja

3.2.2 PARTE DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidentes y deficiencias observadas recogerán, como mínimo, los siguientes datos:

- Parte de accidente:
- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.
- Nombre del accidentado.
- Categoría profesional y oficio del accidentado.
- Domicilio del accidentado.
- Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Importancia aparente del accidente.
- Posible especificación sobre fallos humanos.
- Lugar y forma de producirse la primera cura a la persona accidentada. (Médico, socorrista, personal de obra).
- Lugar de traslado para hospitalización.
- Testigos del accidente. (Verificación nominal y versiones de estos).
- Parte de deficiencias:
- Identificación de la obra.
- Fecha en que se ha producido la observación.
- Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 081929

- Informe sobre la deficiencia observada.
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

3.2.3 ESTADÍSTICAS

- Los partes de deficiencias se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación.
- Los partes de accidente, si los hubiere, se dispondrán de la misma forma que los partes de deficiencia.
- Los índices de control se llevarán una tabla en la que poder hacerse una idea de la evolución de los distintos valores.

3.3 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Antes del inicio de las obras, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, de acuerdo con lo establecido en el Art. 7 del R.D. 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud en el trabajo deberá ser aprobado, antes del inicio de las obras, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.

El Plan de Seguridad y Salud en el trabajo podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra. El Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente.

3.4 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 por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.
- La Oficina de Supervisión de proyectos u órgano equivalente, cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa.

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 del coordinador, la dirección facultativa, estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Art. 13 del R. D. 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CAPÍTULO Nº3: PRESUPUESTO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

1 PRESUPUESTO DETALLADO

1.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total €
Ud.	Casco de seguridad homologado.	15	3,01 €	45,15 €
Ud.	Gafa antipolvo y antiimpactos.	15	9,47 €	142,05 €
Ud.	Gafa sopletero.	5	6,50 €	32,50 €
Ud.	Pantalla de seguridad para soldador.	5	22,41 €	112,05 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador.	5	1,26 €	6,30 €
Ud.	Pantalla facial	15	8,40 €	126,00 €
Ud.	Mascarilla antipolvo.	100	17,36 €	1.736,00 €
Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo.	100	15,14 €	1.514,00 €
Ud.	Protector auditivo (tapón)	100	3,84 €	384,00 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo de anticaída móvil y línea de vida	1	546,20 €	546,20 €
Ud.	Grupo de respiración autónomo	1	350,00 €	350,00 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo.	10	32,00 €	320,00 €
Ud.	Impermeable.	10	12,62 €	126,20 €
Ud.	Guantes dieléctricos.	8	21,04 €	168,32 €
Ud.	Guantes de goma finos.	100	1,50 €	150,00 €
Ud.	Guantes de cuero.	10	4,23 €	42,30 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad.	10	22,40 €	224,00 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero.	10	39,75 €	397,50 €
Ud.	Botas dieléctricas.	5	25,24 €	126,20 €
Ud.	Mandil de cuero para soldador	8	19,83 €	158,64 €
Ud.	Manguitos soldador.	5	7,82 €	39,10 €
Ud.	Chaleco reflectante.	10	15,03 €	150,30 €
Ud.	Cinturón de seguridad.	10	17,36 €	173,60 €
Ud.	Cinturón antivibratorio.	1	15,14 €	15,14 €
Ud.	Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad.	10	3,84 €	38,40 €
Ud.	Muñequera.	10	2,40 €	24,00 €
Ud.	Casco para AT homologado.	10	5,44 €	54,40 €
Ud.	Pértiga para AT.	1	71,92 €	71,92 €
Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT.	1	86,35 €	86,35 €
Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homologado	1	112,50 €	112,50 €
Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homologado	1	61,48 €	61,48 €
Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	1	5,25 €	5,25 €
Ud.	Dispositivo anticaída.	5	80,33 €	401,65 €
TOTAL, PROTECCIONES INDIVIDUALES			7.941,50 €	

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

1.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación.	5	24,15 €	120,75 €
m	Cordón de balizamiento reflectante	2.433	0,06 €	145,98 €
m	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo.	2.433	0,05 €	121,65 €
m	Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud, para contención de peatones.	5	65,55 €	327,75 €
Ud.	Valla normalizada de desviación de tráfico, incluida la colocación	5	31,78 €	158,90 €
m	Barandilla de protección de 0.90 m. De altura formada por: soportes metálicos, pasamanos, listón intermedio y rodapié de 0.20 m. De madera de pino en tabloncillo	5	55,36 €	276,80 €
m^2	Mallazo resistente como protección de huecos, incluso colocación.	20	131,20 €	2.624,00 €
m^2	Red horizontal de protección, incluso soportes.	20	9,37 €	187,40 €
Ud.	Tope para camión en excavaciones incluso colocación.	4	30,19 €	120,76 €
Ud.	Andamios	1	45,44 €	45,44 €
Ud.	Línea de Vida	10	110,34 €	1.103,40 €
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación.	20	0,90 €	18,00 €
H	Camión de riego, incluido el conductor.	4	14,72 €	58,88 €
H	Mano de obra de señalización.	20	6,51 €	130,20 €
H	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones.	4	12,02 €	48,08 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización.	1	51,27 €	51,27 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte.	1	62,65 €	62,65 €
Ud.	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico.	1	332,65 €	332,65 €
Ud.	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	2	34,22 €	68,44 €
Ud.	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA).	2	21,21 €	42,42 €
TOTAL, PROTECCIONES COLECTIVAS		6.045,42 €		

1.3 PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total €
Ud.	Botiquín de obra instalado.	1	21,38 €	21,38 €
Ud.	Reposición de material de botiquín de obra.	2	63,11 €	126,22 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente, incluidos el soporte y la colocación.	1	48,16 €	48,16 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio.	10	41,65 €	416,50 €
TOTAL, PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS		612,26 €		

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

1.4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total €
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para usos varios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado.	4	164,59 €	658,36 €
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado.	4	176,72 €	706,88 €
Ud.	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 3.25x1.90m, incluida instalación de fuerza y alumbrado, material sanitario y termo agua caliente.	8	157,75 €	1.262,00 €
Ud.	Pileta corrida construida en obra y dotada de cinco grifos.	1	351,20 €	351,20 €
Ud.	Mesa de madera con capacidad para diez personas.	1	63,11 €	63,11 €
Ud.	Banco de madera con capacidad para cinco personas.	2	31,55 €	63,10 €
Ud.	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos.	2	18,68 €	37,36 €
Ud.	Calienta comidas para 50 servicios.	1	39,55 €	39,55 €
Ud.	Depósito de basuras de 800 l.	2	5,55 €	11,10 €
Ud.	Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones.	4	20,38 €	81,50 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave.	15	32,41 €	486,15 €
TOTAL, INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			3.760,31 €	

1.5 FORMACIÓN Y REUNIONES

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total €
H	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por un encargo.	4	780,00 €	3.120,00 €
H	Comité de seguridad.	2	400,00 €	800,00 €
TOTAL, FORMACIÓN Y REUNIONES			3.920,00 €	

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio.
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

2 RESUMEN DE PRESUPUESTO

PARTIDA	IMPORTE
PROTECCIONES INDIVIDUALES	7.941,50 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	6.045,42 €
PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	612,26 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	3.760,31 €
FORMACIÓN Y REUNIONES	3.920,00 €
TOTAL, PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	**22.279,49 €**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata del presente Estudio de Seguridad y Salud a la cantidad de: **VENTIDOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (22.279,49 €).**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CAPÍTULO Nº4: PLANOS

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan sólo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

PLANO	N.º de HOJAS	NOMBRE
01	4	Primeros Auxilios
02	4	Vías de Circulación Señalización
03	9	Señalización
04	2	Señalización Maniobras
05	4	Equipos de Protección Individual
06	1	Excavaciones
07	1	Servicios Afectados
08	2	Anclaje
09	1	Barandillas y Vallas
10	5	Medios Auxiliares
11	2	Andamios
12	1	Escaleras

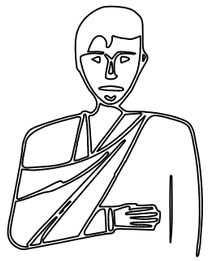
Madrid, julio de 2025
Ingeniero Técnico Industrial

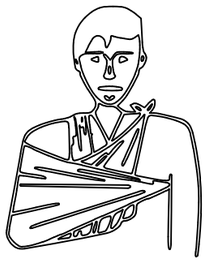


Fdo.: Francisco Luna Heredia
Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

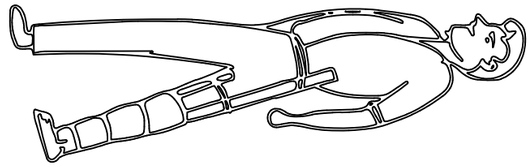
INMOVILIZACIÓN DE MIEMBROS ANTES DEL TRASLADO



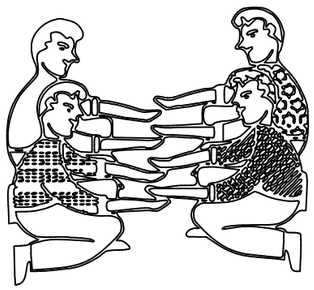


MIEMBRO SUPERIOR

MIEMBRO INFERIOR

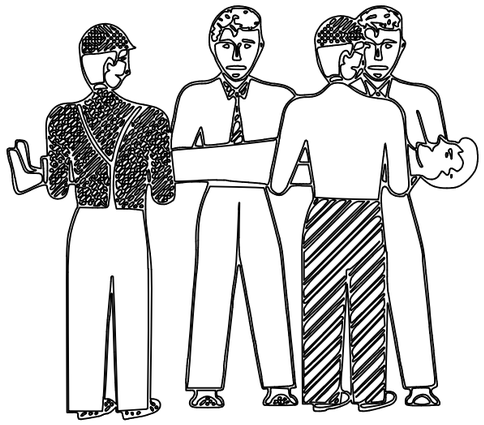


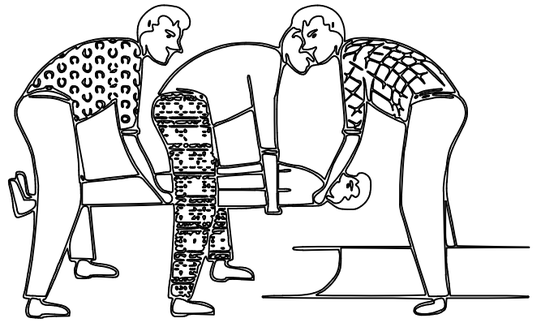
ANTES DEL TRASLADO



FORMA CORRECTA
DE COGER
UN LESIONADO GRAVE

TRASLADOS (Continuación)





POSICIÓN CORRECTA
DE COLOCAR UN LESIONADO
GRAVE EN LA CAMILLA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

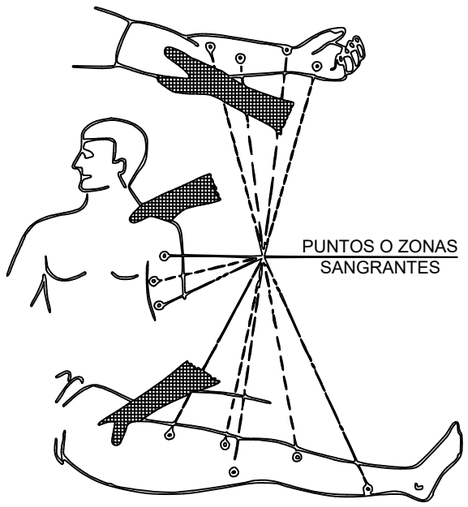
PLANO: 001 HOJA: 001 de 004

TÍTULO PLANO:

PRIMEROS AUXILIOS.
TRASLADOS

HERIDAS SANGRANTES
HEMORRAGIAS
COMPRESIÓN ARTERIAL

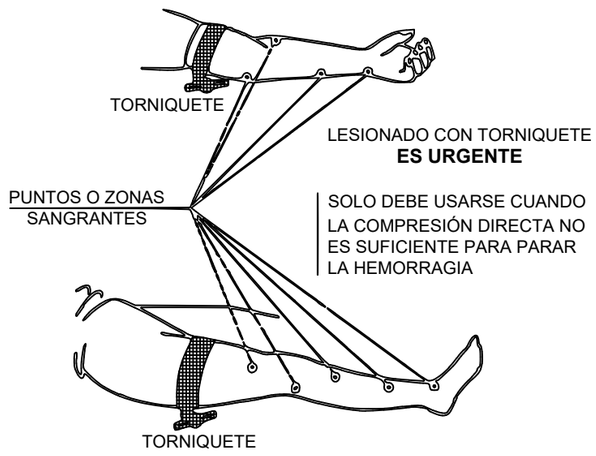
LAS MANOS SOMBREADAS EN OSCURO
SON LAS QUE PRESIONAN Y CORTAN LA HEMORRAGIA
EN LOS PUNTOS Y ZONAS INDICADAS



HERIDAS (Continuación)

Método compresivo TORNIQUETE

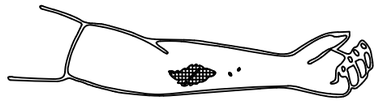
NO PUEDE LLEVARSE MAS DE
UNA HORA SIN AFLOJARLO



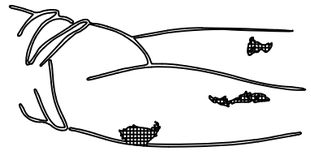
LESIONADO CON TORNIQUETE
ES URGENTE

SOLO DEBE USARSE CUANDO
LA COMPRESIÓN DIRECTA NO
ES SUFICIENTE PARA PARAR
LA HEMORRAGIA

QUEMADURAS
PEQUEÑA QUEMADURA

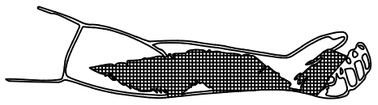


NO ABRIR AMPOLLAS
TAPAR CON GASA
NO TOCAR
NO PONER NADA



TRASLADO SIN PRISA

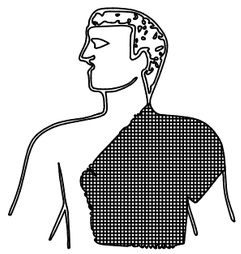
GRAN QUEMADO
(EXTENSO)

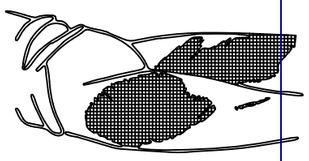


NO TOCAR
NO PUEDE BEBER
NO PONER NADA

DE PONER-GASA ESTÉRIL

TRASLADO **¡¡ URGENTE !!**





Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	001
HOJA:	002 de 004

TÍTULO PLANO:

PRIMEROS AUXILIOS.
HEMORRAGIAS

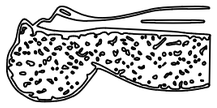
ADAPTAR RITMO RESPIRATORIO AL PROPIO DE QUE LO EJECUTA



LIMPIAR CUIDADOSAMENTE
EL INTERIOR DE LA BOCA

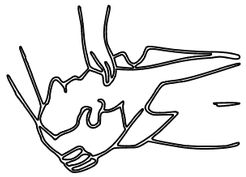
SACAR PRÓTESIS DENTAL

AFLOJAR ROPAS

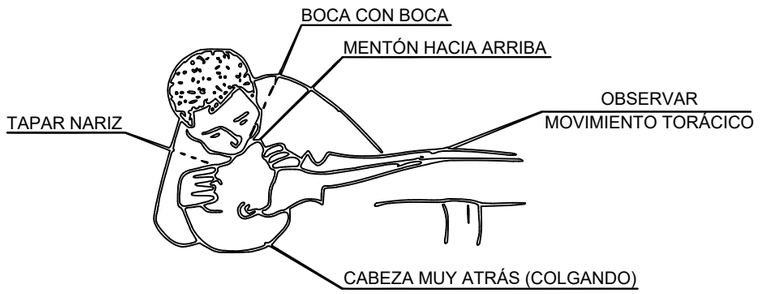


FORZAR LA HIPER EXTENSIÓN
(BARBILLA HACIA ARRIBA)

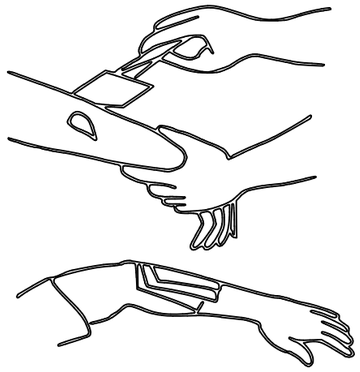
PARA LOGAR CONDUCTOS
ABIERTOS TAPAR NARIZ



NO ABANDONAR LA TÉCNICA HASTA LLEGAR AL HOSPITAL



HERIDAS



LAVAR CON AGUA

TAPAR CON UNA GASA

NO POMADAS
NO LÍQUIDOS
NO MANIPULAR

TRASLADO SIN PRISA

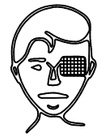
LESIONES OCULARES



LAVAR CON AGUA ABUNDANTE

NO TOCAR
NO INTENTAR SACAR NADA
NO POMADAS

¡¡NO MANIPULAR!!

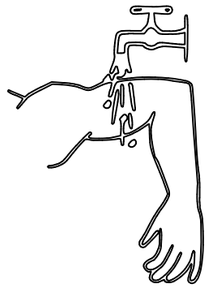


TAPAR SUAVEMENTE



TRASLADO (A ser posible
a centro especializado)

LESIONES POR ÁCIDOS O CÁUSTICOS



AGUA ABUNDANTE (A CHORRO)

TAPAR SIN COMPRIMIR

TRASLADO SIN PRISA

LESIONES NARIZ OÍDO

TAPONAR SUAVEMENTE - TRASLADO
EPISTAXIS (Nariz santarante) TAPONAR

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 001 HOJA: 003 de 004

TÍTULO PLANO:

PRIMEROS AUXILIOS.
RESPIRACIÓN DIRIGIDA Y LESIONES

P4

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

PRIMEROS AUXILIOS (NO TRAUMÁTICOS)

PROCESO	SÍNOMAS	GRAVEDAD	NO HACER	SE PUEDE HACER
INDIGESTIONES	NAÚSEAS-VÓMITOS CÓLICOS-DIARREAS	POCA	NO DAR NADA	NO HACER NADA (Hacer vomitar)
MAREOS	ANGUSTIA PÉRDIDA CONOCIMIENTO VÉRTIGO	POCA O PUEDE SER GRAVE	NO DAR NADA	ACOSTAR CABEZA ABAJO AIRE FRESCO DESABROCHAR
INTOXICACIONES	ANGUSTIA PÉRDIDA CONOCIMIENTO VÉRTIGO	PUEDE SER GRAVE	NO ALCOHOL NO DAR NADA	HACER VOMITAR TAPAR AL LESIONADO
INSOLACIÓN	JAQUECAS VÉRTIGOS NAÚSEAS	PUEDE SER GRAVE	NO TAPAR DAR SOLO AGUA	PONER A LA SOMBRA AIREAR-DESABROCHAR
CRISIS NERVIOSA	GESTICULA-GRITA LLORA-PATALEA SE TIRA AL SUELO	NO GRAVE	NO ALCOHOL NO DAR NADA NO TRATAR EN GRUPO	AISLAR AL LESIONADO NO DEJARSE IMPRESIONAR
EPILEPSIA	CAE SIN CONOCIMIENTO SE MUERDE LA LENGUA ORINA	APARATOSO NO SUELE SER GRAVE	NO DAR NADA	APARTAR OBJETO PROTEGER LA CABEZA CUIDAR NO SE MUERDA
EMBRIAGUEZ	EXCITACIÓN ACTUACIÓN ALOCADA OLOR A VINO	NO GRAVE	NO DAR NADA	ACOMPAÑAR A SERVICIO MÉDICO

EN TODOS LOS CASOS PERMITIR A S.S.

RECOMENDACIONES BÁSICAS A TODA ACCIÓN SOCORREDORA

FACILITAR RESPIRACIÓN Y VENTILACIÓN
FOMENTAR AMBIENTE DE SEGURIDAD
FOMENTAR TRANQUILIDAD Y MESURA

ORGANIZAR ACTUACIÓN CON CALMA
OBSERVAR CUIDADOSAMENTE AL LESIONADO
ORGANIZAR TRASLADO CON EFICACIA

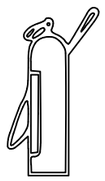
COMUNICAR AL SERVICIO MÉDICO
CONSIDERAR NUEVOS POSIBLES ACCIDENTES
CUIDAR AL ACCIDENTADO SIN ABANDONAR



EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO

¡¡CORTAR FLUIDO ELÉCTRICO!!

TENER LOS EXTINTORES A PUNTO



RESUMEN

TIPO DE ACCIDENTE
- LEVES (Muy frecuentes)
- GRAVES
- MORTALES
- CATÁSTROFES

(Poco frecuentes)

ACCIÓN PREVISORA

MEDIDAS PREVENTIVAS DE SEGURIDAD
BOTIQUÍN-CAMILLAS-MANTAS ETC.
A.T.S.SOCORRISTAR-PERSONAL RESPONSABLE
CONOCER CENTROS ASISTENCIALES-TELÉFONOS

ACTUACIÓN LESIONES GRAVES

NO DAR NADA
AFLOJAR ROPAS
NO MOVILIZAR
ABRIGAR
TRASLADO RÁPIDO A HOSPITAL

ACCIDENTES ELÉCTRICOS

- EN PRIMER LUGAR:

CERRAR PASO DE CORRIENTE
SI HAY CABLES ROTOS O SUELTOS
APARTARLOS DEL LESIONADO
CON UN OBJETO DE MADERA

SI SOLO SE PRODUCE LESIÓN LOCAL
TRATAR COMO QUEMADURA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

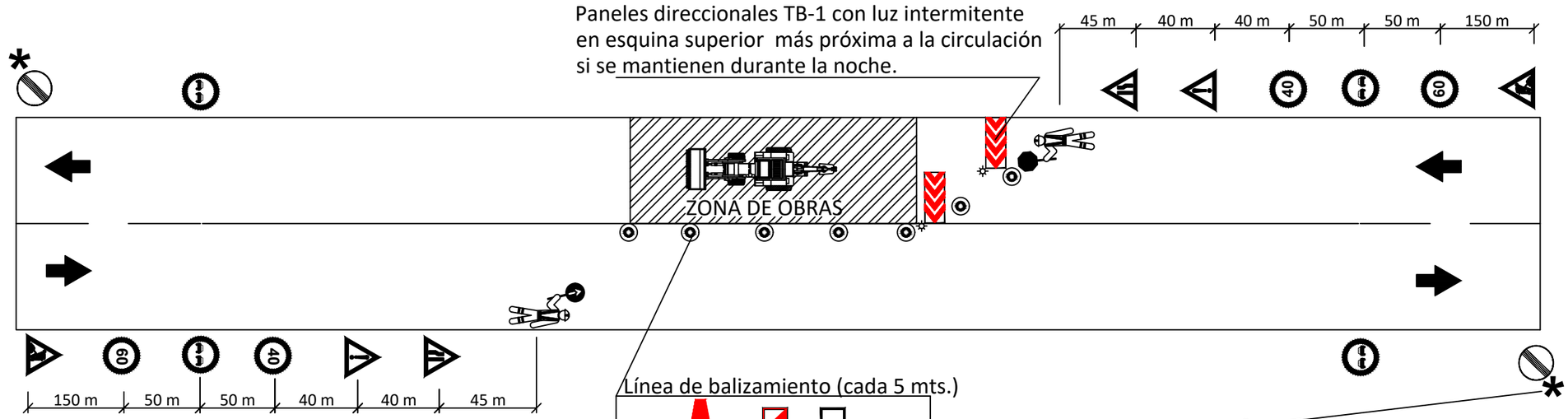
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 001 HOJA: 004 de 004

TÍTULO PLANO:
PRIMEROS AUXILIOS
NO TRAUMÁTICOS

SEÑALIZACIÓN CON CORTE DE UN CARRIL Y SENTIDO ÚNICO ALTERNATIVO REGULADO CON SEÑALISTAS



NOTA:
Los señalistas estarán dotados de señales manuales TM-2 y TM-3, y serán visibles entre sí. En el caso de caso de que no sean visibles, emplearán radioteléfonos para su comunicación.

La linea de balizamiento estará dotada de elementos luminosos cada 10 m en caso de mantenerse la zona restingida durante la noche.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

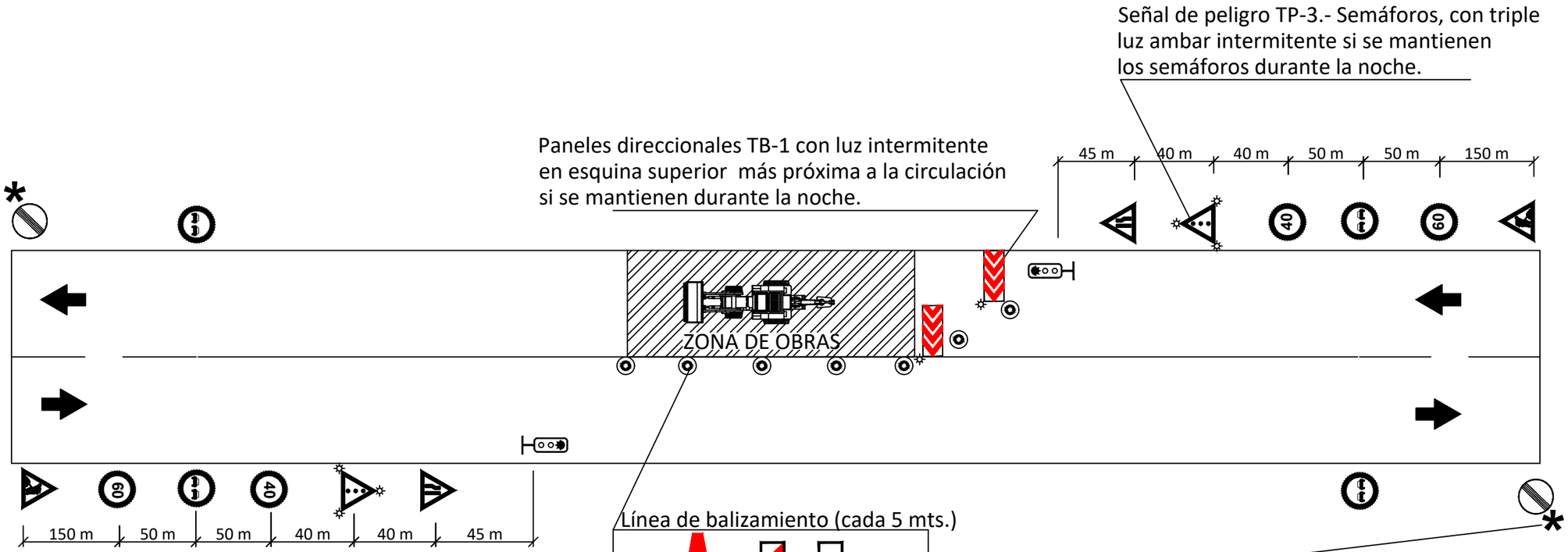
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 002 HOJA: 001 de 004

TÍTULO PLANO:
VÍAS DE CIRCULACIÓN
SEÑALIZACIÓN CORTE CARRIL I

SEÑALIZACIÓN CON CORTE DE UN CARRIL Y SENTIDO ÚNICO ALTERNATIVO REGULADO CON SEMÁFOROS



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

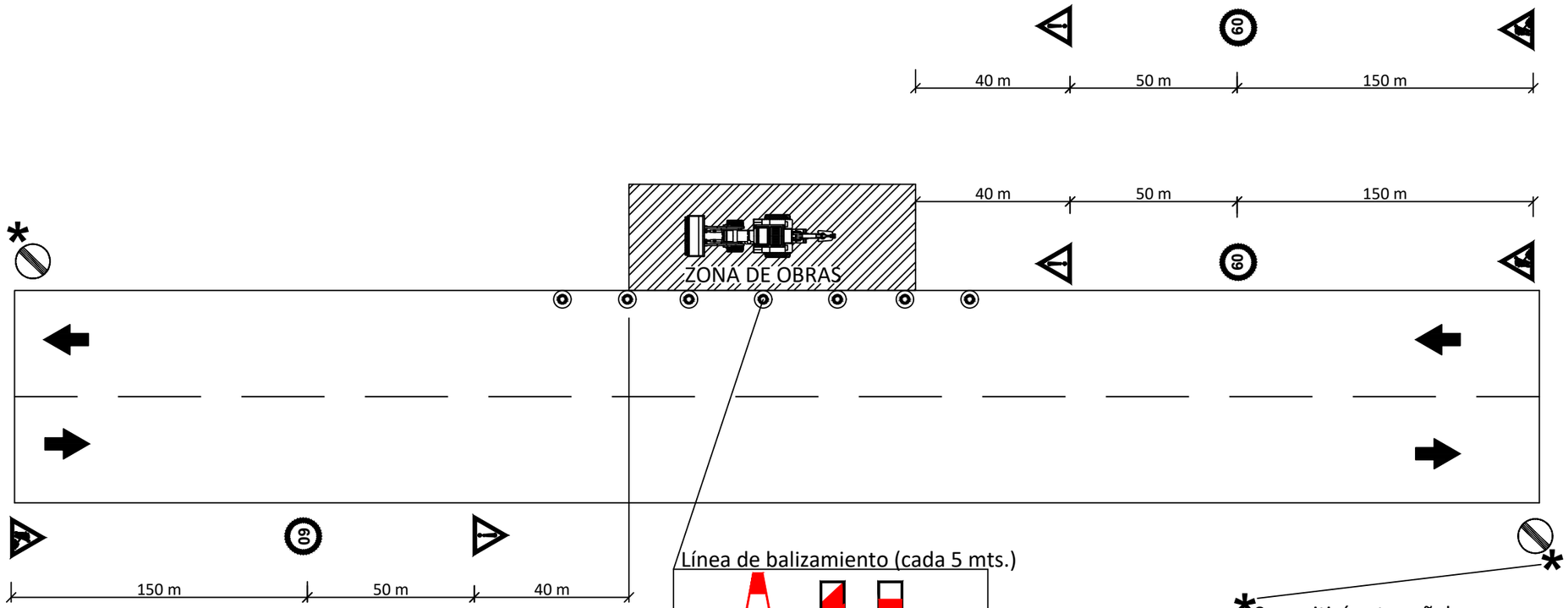
FORMATO: A3

PLANO: 002 HOJA: 002 de 004

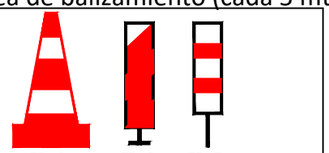
TÍTULO PLANO:

VÍAS DE CIRCULACIÓN
SEÑALIZACIÓN CORTE CARRIL II

SEÑALIZACIÓN CON MAQUINARIA AL BORDE DE LA CALZADA



Línea de balizamiento (cada 5 mts.)



La linea de balizamiento estará dotada de elementos luminosos cada 10 m en caso de mantenerse la zona restingida durante la noche.

*Se omitirá esta señal en caso de que la afectación por obras continue.

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	002
HOJA:	003 de 004

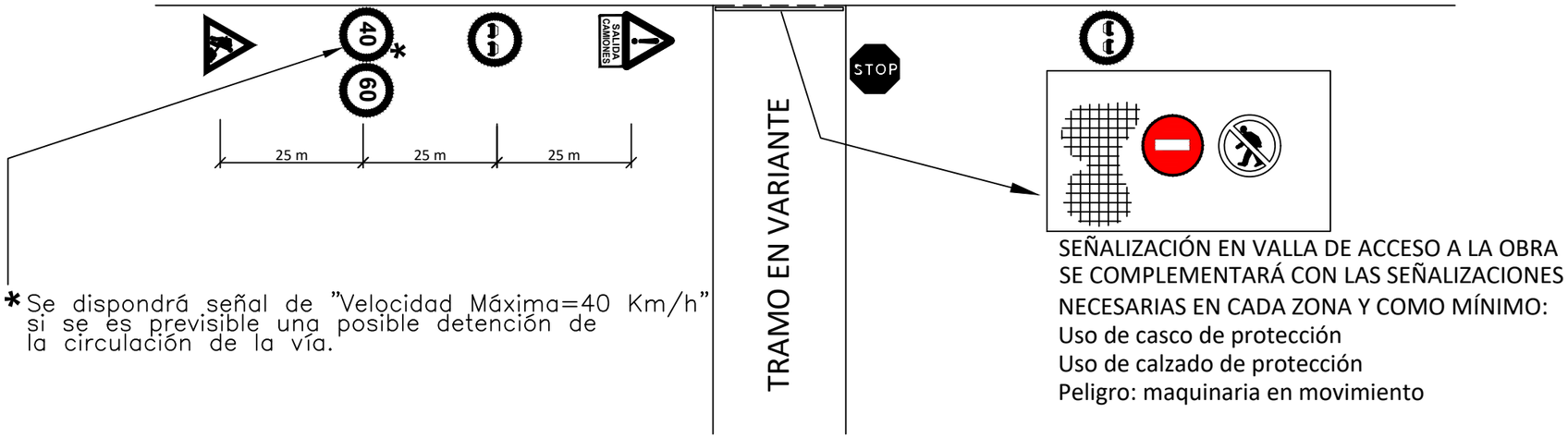
TÍTULO PLANO:

VÍAS DE CIRCULACIÓN
SEÑALIZACIÓN CORTE CARRIL III

SEÑALIZACIÓN DE ACCESOS A TRAMOS EN VARIANTE



VÍA AFECTADA POR LAS OBRAS



* Se dispondrá señal de "Velocidad Máxima=40 Km/h" si se es previsible una posible detención de la circulación de la vía.

SEÑALIZACIÓN EN VALLA DE ACCESO A LA OBRA
SE COMPLEMENTARÁ CON LAS SEÑALIZACIONES NECESARIAS EN CADA ZONA Y COMO MÍNIMO:
Uso de casco de protección
Uso de calzado de protección
Peligro: maquinaria en movimiento

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 002 HOJA: 004 de 004

TÍTULO PLANO:

VÍAS DE CIRCULACIÓN
SEÑALIZACIÓN ACCESO VARIANTE

SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.

					
Materias Inflamables	Materias Explosivas	Materias Tóxicas	Materias Corrosivas	Materias Radiactivas	Cargas Suspendidas

					
Vehículos de Manutención	Riesgo Eléctrico	Peligro en General	Radiación Laser	Materias Comburentes	Radiaciones no Ionizantes

					
Campo Magnético Intenso	Riesgo de Tropezar	Caída a distinto nivel	Riesgo Biológico	Baja Temperatura	Materias Nocivas o Irritantes

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	003
HOJA:	001 de 009

TÍTULO PLANO:

SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE ADVERTENCIA

SEÑALES DE PROHIBICIÓN

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45º respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal)

				
Prohibido Fumar	Prohibido fumar y encender fuego	Prohibido pasear a los peatones	Prohibido apagar con agua	Agua no potable

		
Entrada Prohibida a personas no autorizadas	Prohibido a los vehículos de Manutención	No Tocar

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 003 HOJA: 002 de 009

TÍTULO PLANO:

SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE PROHIBICIÓN

SEÑALES DE OBLIGACIÓN

Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

					
Protección obligatoria de la vista	Protección obligatoria de la cabeza	Protección obligatoria del oído	Protección obligatoria de las vías respiratorias	Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria de las manos

				
Protección obligatoria del cuerpo	Protección obligatoria de la cara	Protección obligatoria contra caídas	Vía obligatoria para peatones	Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 003 HOJA: 003 de 009

TÍTULO PLANO:

SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SEÑALES RELATIVAS A LOS EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

			
Mangueras para incendios	Escalera de mano	Extintor	Teléfono para la lucha contra incendios

			
Dirección que debe seguirse (señal indicativa adicional a las anteriores)			

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

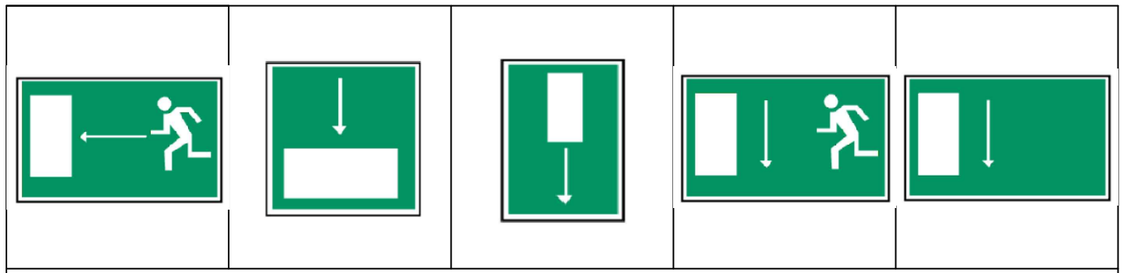
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 003 HOJA: 004 de 009

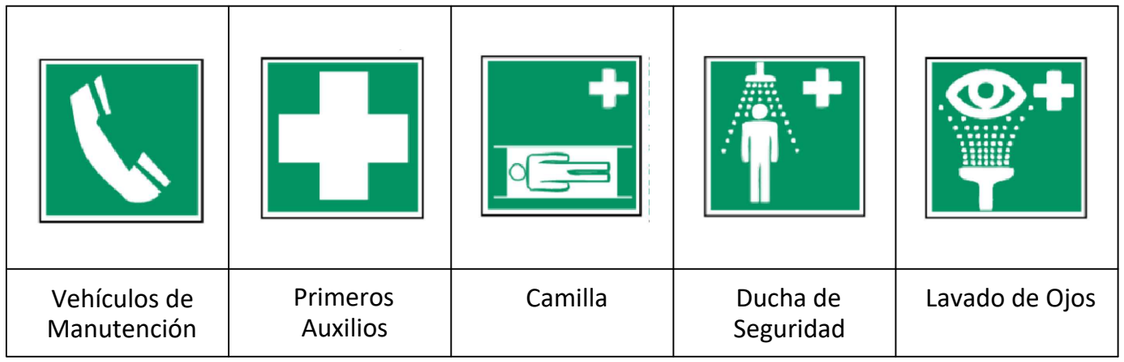
TÍTULO PLANO:
SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

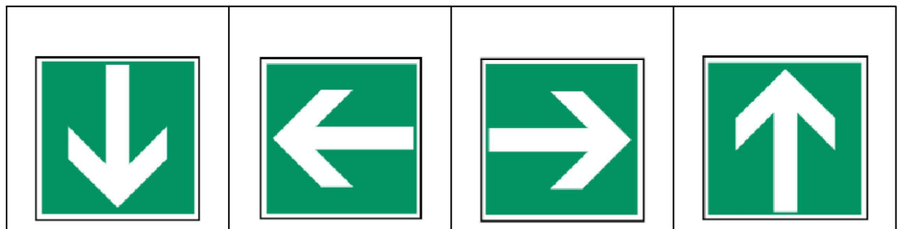
Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.



Vía / Salida de socorro



Vehículos de Manutención	Primeros Auxilios	Camilla	Ducha de Seguridad	Lavado de Ojos



Dirección que debe seguirse
(señal indicativa adicional a las anteriores)

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 003 HOJA: 005 de 009

TÍTULO PLANO:
SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO

SEÑALES DE PELIGRO

				
O: Comburente	T: Tóxico T+: Muy Tóxico	C: Corrosivo	E: Explosivo	Xn: Nocivo Xi: Irritante

	
N: Peligroso para el medio ambiente	F: Fácilmente inflamable F+: Extremadamente inflamable

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

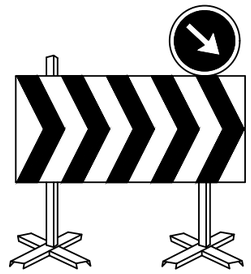
ESCALA: S/E

FORMATO: A3

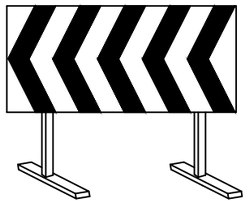
PLANO: 003 HOJA: 006 de 009

TÍTULO PLANO:

SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE PEIGRO



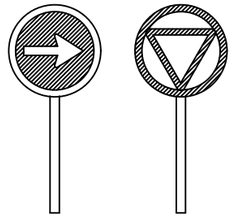
PANEL DIRECCIONAL
DE OBRA 1.95 x 0.95



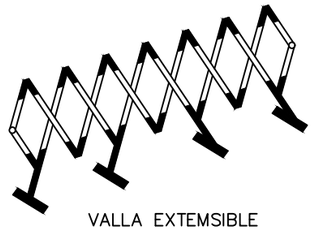
VALLA DIRECCIONAL
DE OBRA 1.95 x 0.95



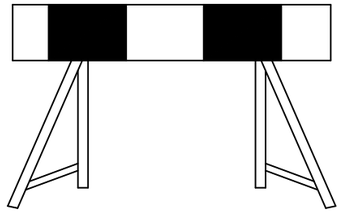
PIQUETAS



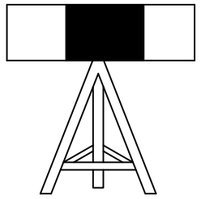
DISCOS MANUALES



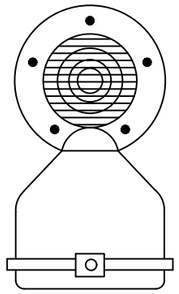
VALLA EXTEMSIBLE



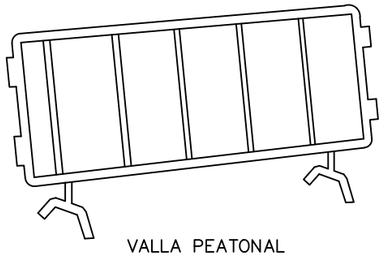
VALLAS DE OBRAS
2.40 x 0.20



VALLAS DE OBRAS
0.80 x 0.20



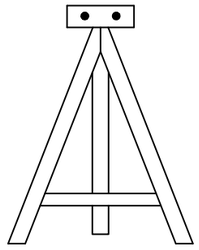
BOYAS INTERMITENTES



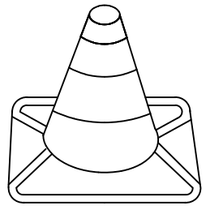
VALLA PEATONAL



TRIANGULO GIGANTE
DE OBRA (1.75m. de lado)

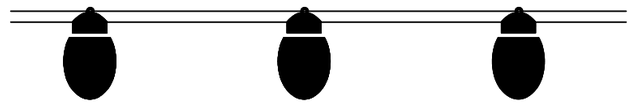


TRIPODE SUELTO



HITOS DE GOMA INDEFORMABLES
70 cm. de altura

BANDA Y CINTA DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE



PORTALAMPARAS DE PLATICO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 250755401 el día
21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-
74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº
0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

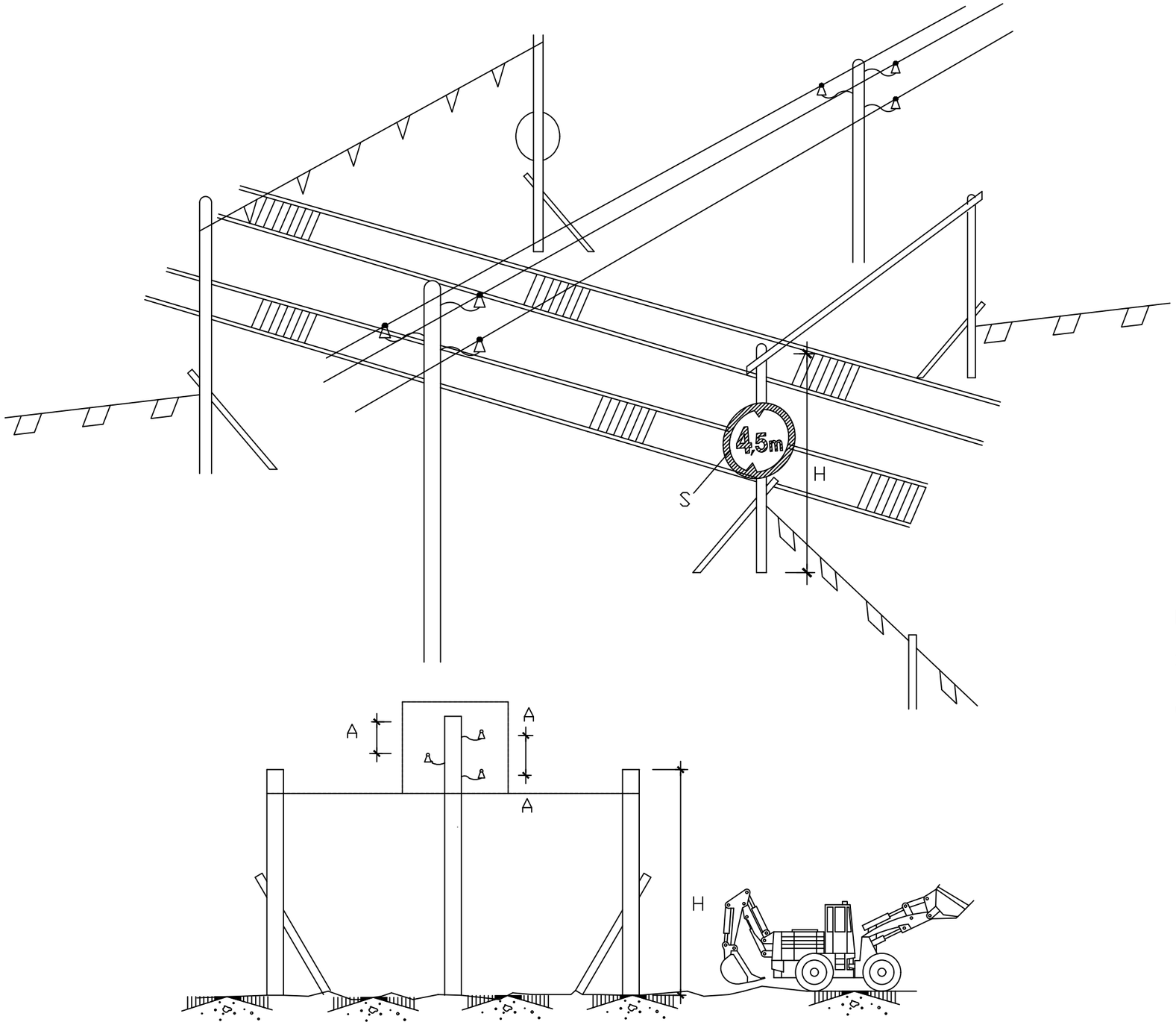
FORMATO: A3

PLANO: 003 HOJA: 007 de 009

TÍTULO PLANO:

SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE BALIZAMIENTO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



H PASO LIBRE

S SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

A GALIBO DE SEGURIDAD

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 003 HOJA: 008 de 009

TÍTULO PLANO:

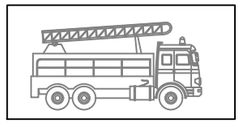
SEÑALIZACIÓN.
SEÑALES DE BALIZAMIENTO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

TELEFONOS DE EMERGENCIA

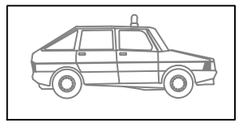
DIRECCION DE LA OBRA

_____

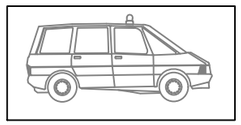
_____



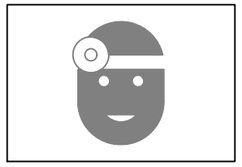
BOMBEROS



POLICIA NACIONAL



GUARDIA CIVIL

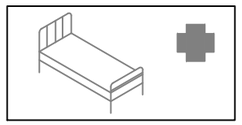


SERVICIO MEDICO
Centro salud

MEDICO ASISTENCIAL
PARA LA OBRA
Dr. _____



AMBULANCIAS



HOSPITALES

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	003
HOJA:	009 de 009

TÍTULO PLANO:

SEÑALIZACIÓN.
TELÉFONOS DE EMERGENCIA

Gestos Generales

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.	
Alto: Interrupción Fin de movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia delante.	
Fin de las operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

Movimientos Verticales

Significado	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia delante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	brazo derecho extendido hacia abajo, la palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
Distancia.	Las manos indican la distancia.	

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

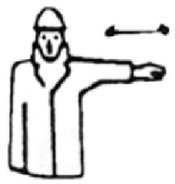
FORMATO: A3

PLANO: 004 HOJA: 001 de 002

TÍTULO PLANO:

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

Movimientos Horizontales

Significado	Descripción	Ilustración
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, alejándose del cuerpo.	
Hacia la Derecha: Con respecto al encargado de las 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 las señales.	El brazo izquierdo extendido más o menos horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia Horizontal	Las manos indican la distancia.	

Peligro

Significado	Descripción	Ilustración
Peligro. Alto o parada emergencia.	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento.	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

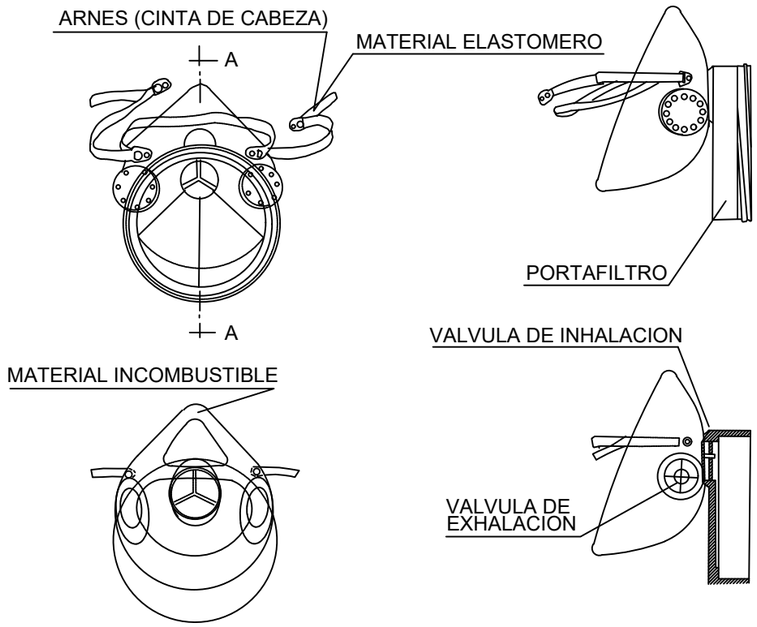
FORMATO: A3

PLANO: 004 HOJA: 002 de 002

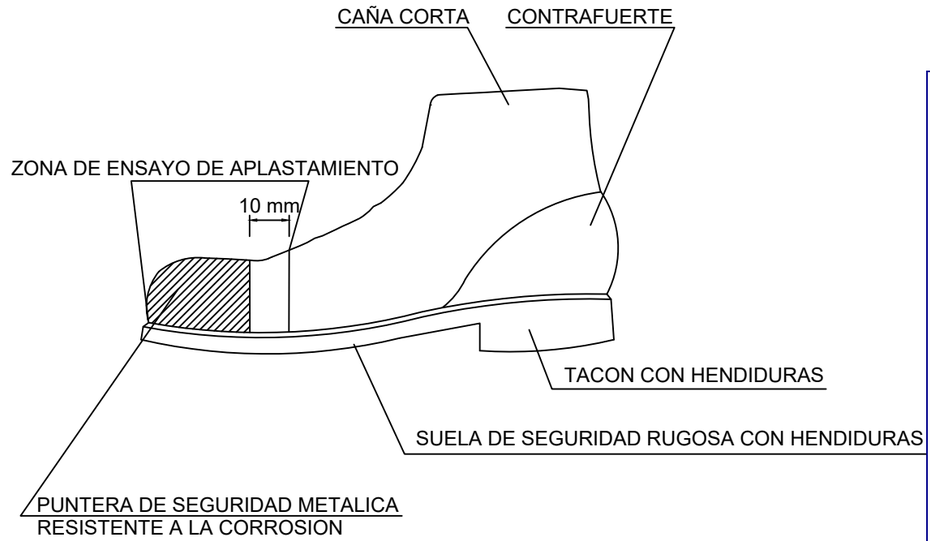
TÍTULO PLANO:

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

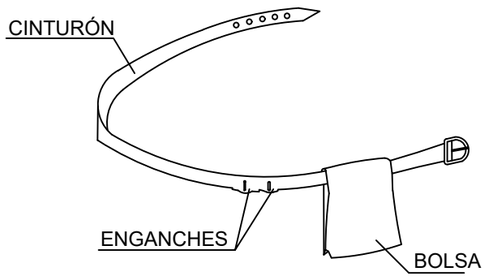
MASCARILLA ANTIPOLVO



BOTA DE SEGURIDAD CLASE III

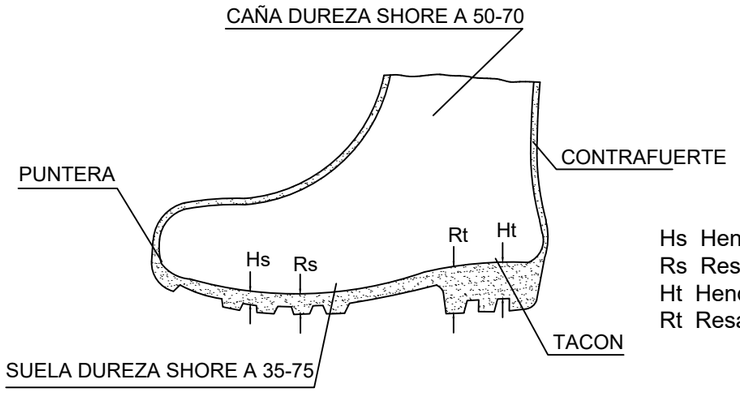


PORTAHERRAMIENTAS



① PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
② EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
③ NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



Hs Hendidura de la suela = 5 mm.
Rs Resalte de la suela = 9 mm.
Ht Hendidura del tacón = 20 mm.
Rt Resalte del tacón = 25 mm.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86990219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

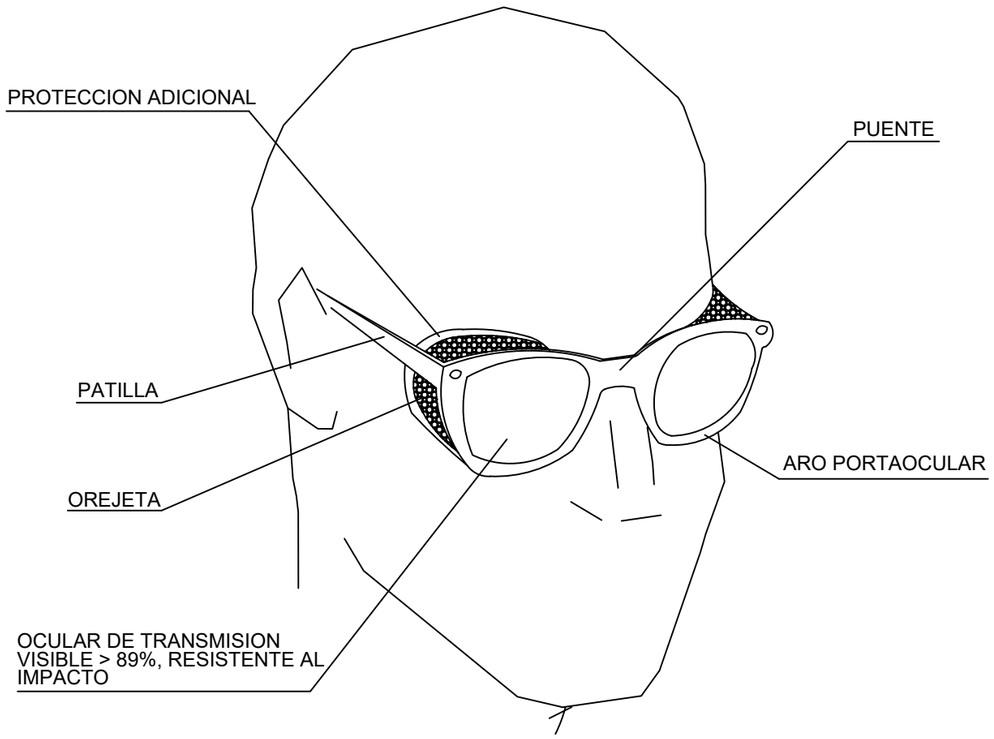
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 005 HOJA: 001 de 004

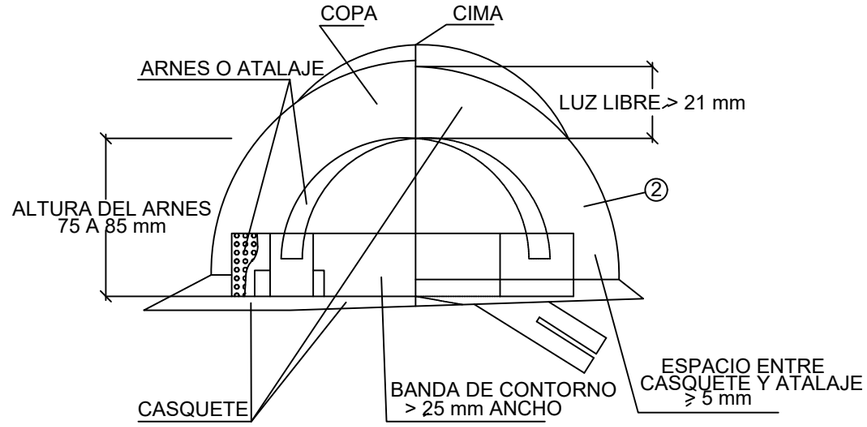
TÍTULO PLANO:

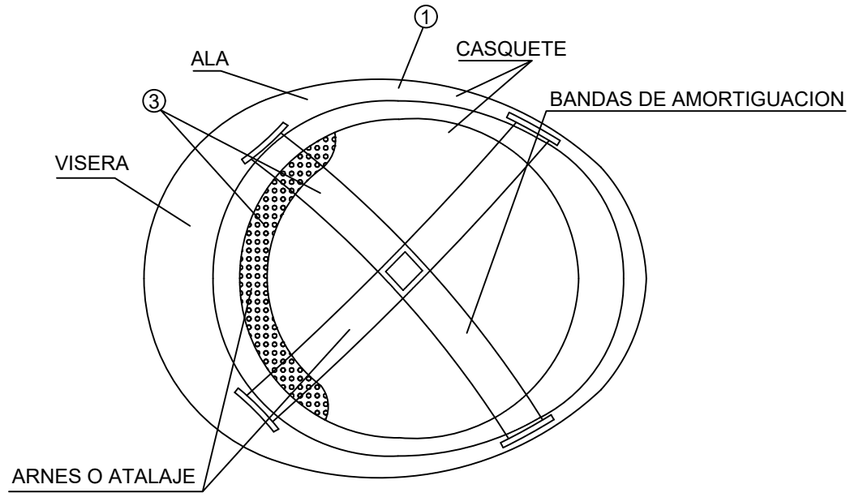
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL I

GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO





① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
② CLASE N AISLANTE A 1.000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V.
③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 005 HOJA: 002 de 002

TÍTULO PLANO:
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL II

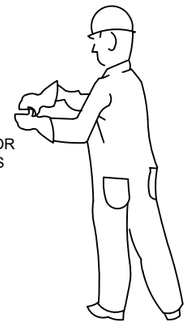
PROTECCIONES INDIVIDUALES

PRENDAS PARA LA LLUVIA



TRAJE IMPERMEABLE, COMPUESTO POR CHAQUETA CON CAPUCHA, BOLSILLOS DE SEGURIDAD Y PANTALON

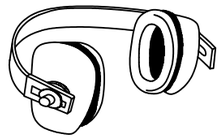
MONO DE TRABAJO



PROTECCIONES DE OIDOS

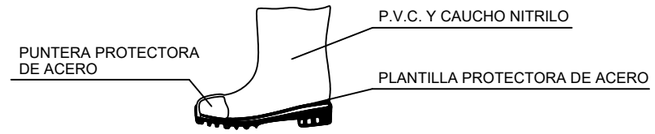


CLASE "A" ARNES EN LA CABEZA



CLASE "B" ARNES EN LA NUCA

BOTAS CON PUNTERA DE ACERO, CLASE I Y CON PUNTERA Y PLANTILLA DE ACERO, CLASE III



BOTA INDUSTRIAL PARA EL AGUA

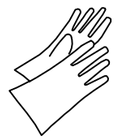


PISO ANTIDESLIZANTE, CON RESISTENCIA A LA GRASA E HIDROCARBUROS

GAFAS DE MONTURA UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



GUANTES PROTECTORES



GUANTES GOMA FINA



GUANTES DIELECTRICOS



GUANTES DE USO GENERAL

ELEMENTOS DE SENALIZACION PERSONAL



CHALECOS



CORREAJE

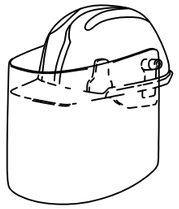


MANGUITOS



POLAINAS

PROTECCION CRANEAL



CASCO DE SEGURIDAD
CON PANTALLA ANTIPROYECCIONES

VISOR ABATIBLE

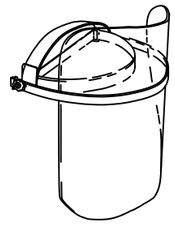
BOTA PARA ELECTRICISTA



PUNTERA DE PLASTICO.

TRABAJOS PARA B.T. Y MANIOBRAS EN B.T.

PANTALLAS DE SEGURIDAD



PANTALLA DE ACETATO TRANSPARENTE, CON ADAPTADOS A CASCO

VISOR ABATIBLE

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 005 HOJA: 003 de 004

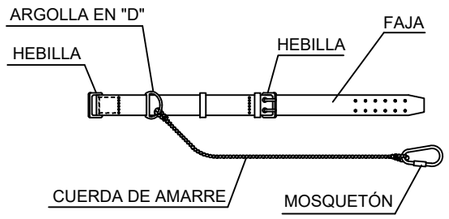
TÍTULO PLANO:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL III

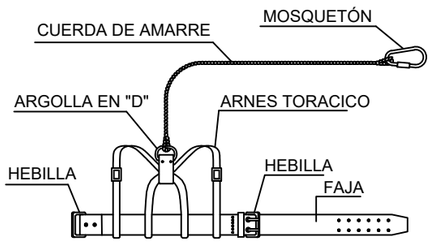
PROTECCIONES INDIVIDUALES

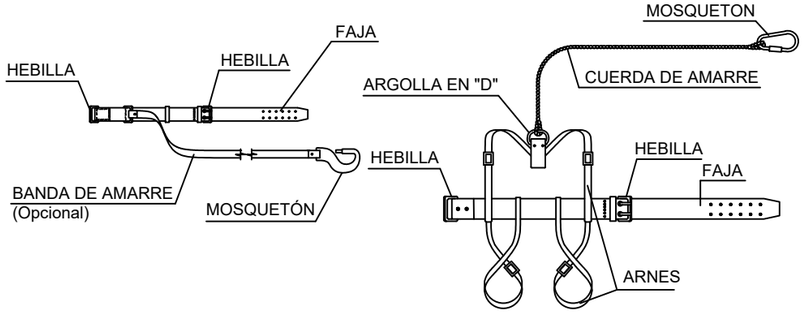
CLASE "A"

TIPO 1



CLASE "C"





TIPO 1



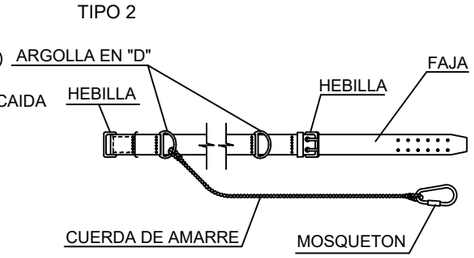
AMORTIGUADOR DE CAIDA
(Opcional)

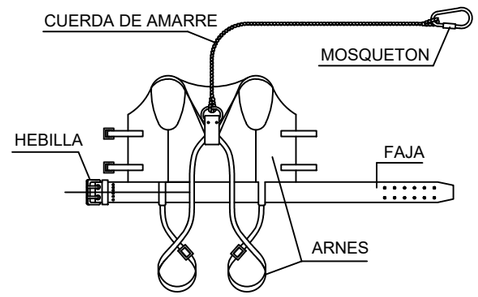
TIPO 2

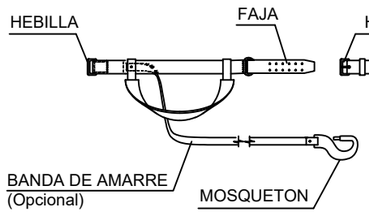


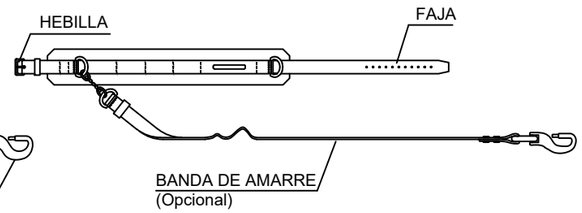
AMORTIGUADOR DE CAIDA
(Opcional)

TIPO 2









LEYENDA:

CINTURON DE SUJECION, CLASE "A".-Norma Tec. RE MT-13
PARA TRABAJOS EN LOS QUE LOS DESPLAZAMIENTOS DEL

CINTURON DE SUJECION, CLASE "B".-Norma Tec. RE MT-21
PARA TRABAJOS EN LOS QUE EXISTAN SOLAMENTE ESFUERZOS ESTATICOS SIN POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE.

CINTURON DE SUJECION, CLASE "C".-Norma Tec. RE MT-22
PARA TRABAJOS QUE REQUIERAN DESPLAZAMIENTOS DEL USUARIO CON POSIBILIDAD DE CAIDA LIBRE.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86990219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

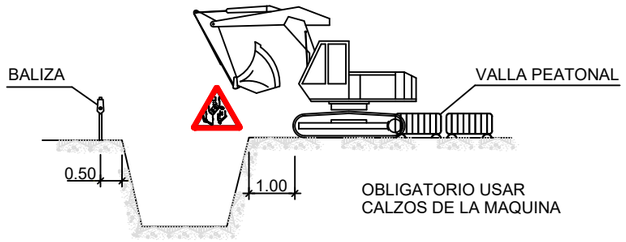
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	005
HOJA:	004 de 004

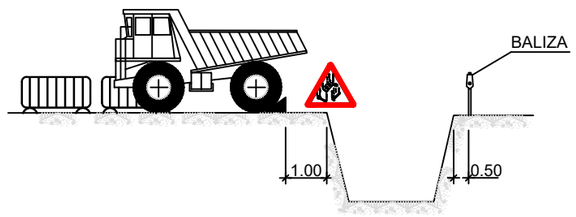
TÍTULO PLANO:

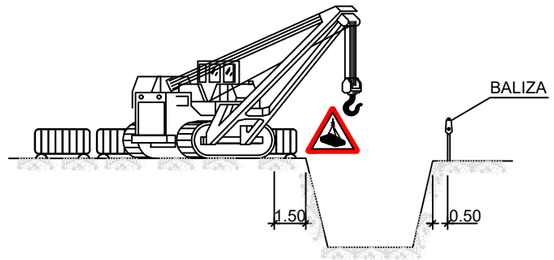
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL IV

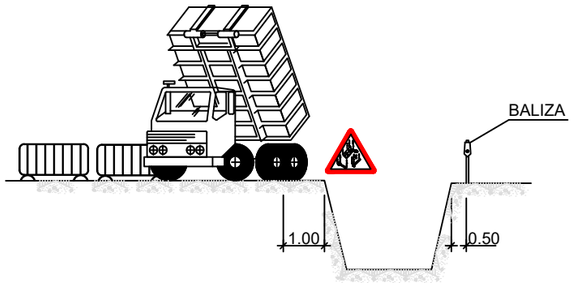
EXCAVACION



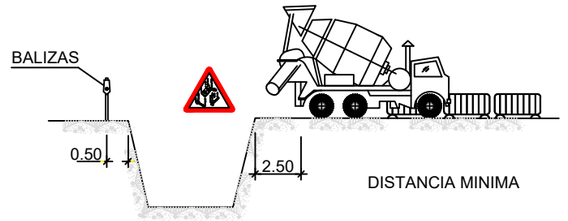
CARGA Y DESCARGA



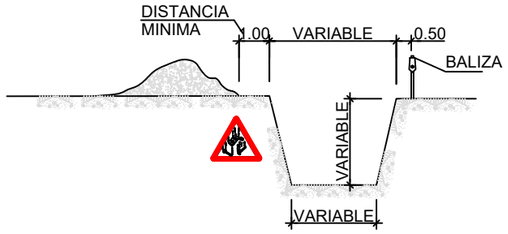


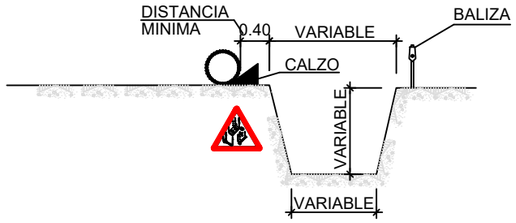


ELEMENTOS VIBRATORIOS



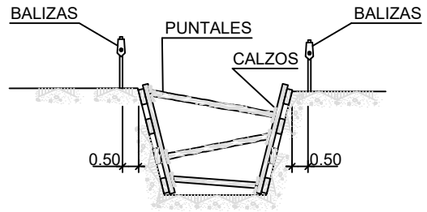
ACOPIOS

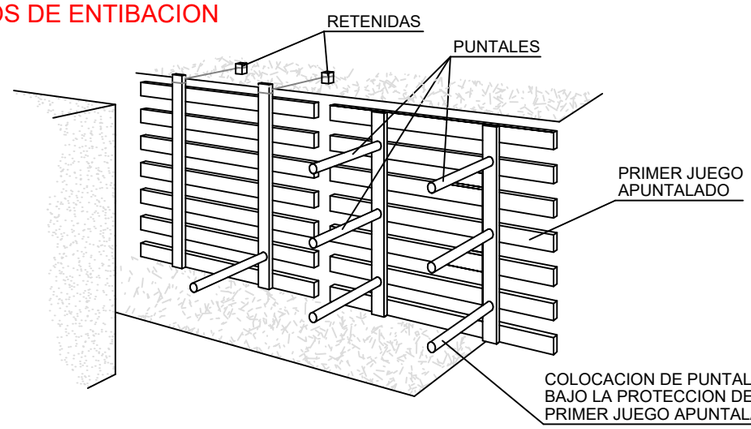




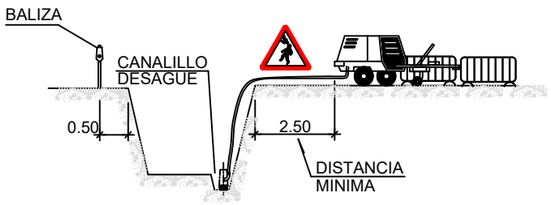
POSIBLES TIPOS DE ENTIBACION

ANCHURA ≤ 3.00m.

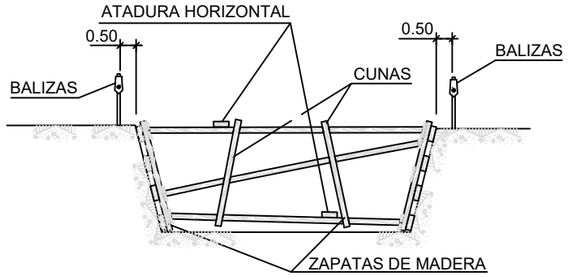




AGOTAMIENTOS



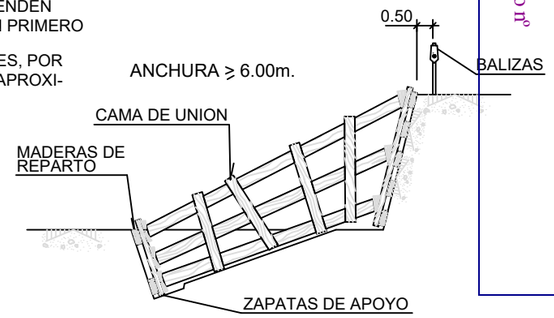
ANCHURA ≤ 6.00m.



LOS PANELES SE PREFABRICAN Y SE DESCIENDEN AL FONDO COMO SE INDICA. SE COLOCARAN PRIMERO

LOS PUNTALES DE LOS PANELES SUPERIORES, POR MEDIO DE UNA PASAREL QUE PERMITA LA APROXIMACION: DESPUES LOS MAS BAJOS.

ANCHURA ≥ 6.00m.



NOTA:

SE ENTIBARÁN LOS TALUDES QUE SEAN NECESARIOS, CONSIDERANDO LA EXISTENCIA DE AGUA Y LA NATURALEZA DEL TERRENO.

POR LOS POSIBLES DESPRENDIMIENTOS DE TIERRAS, SE EXTREMARÁN LAS PRECAUCIONES A LA RETIRADA DE LAS ENTIBACIONES.

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

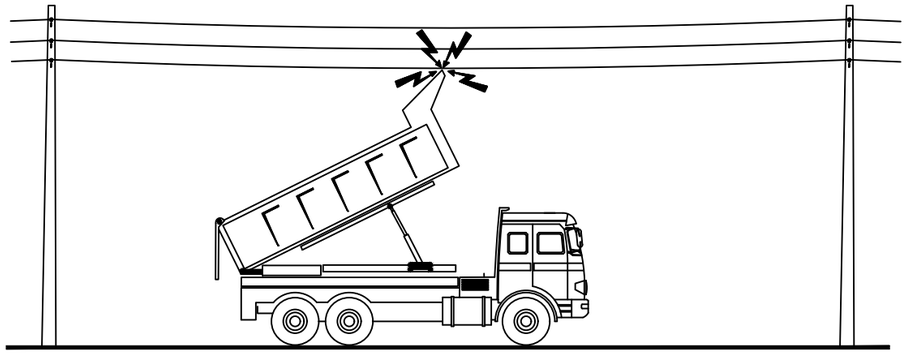
FORMATO: A3

PLANO: 006 HOJA: 001 de 001

TÍTULO PLANO:

EXCAVACIONES

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86350219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

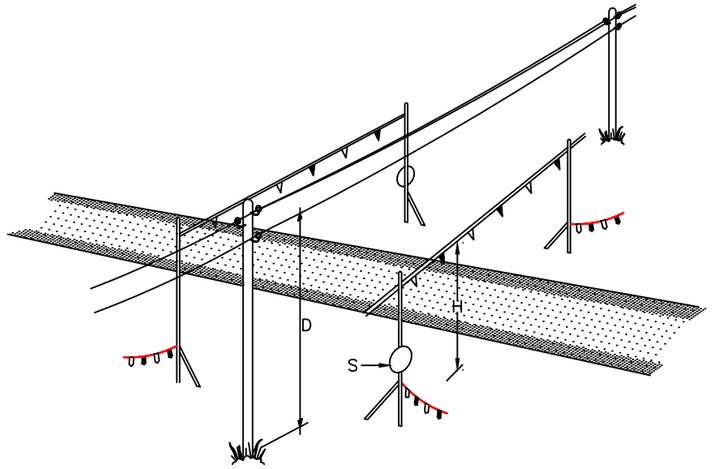


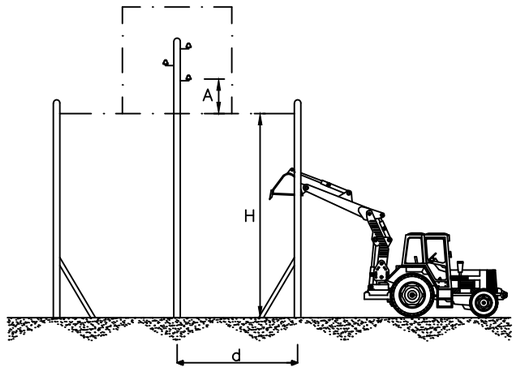
EN CASO DE CONTACTO CON LA LÍNEA:

① EN NINGUN CASO DESCIENDA LENTAMENTE

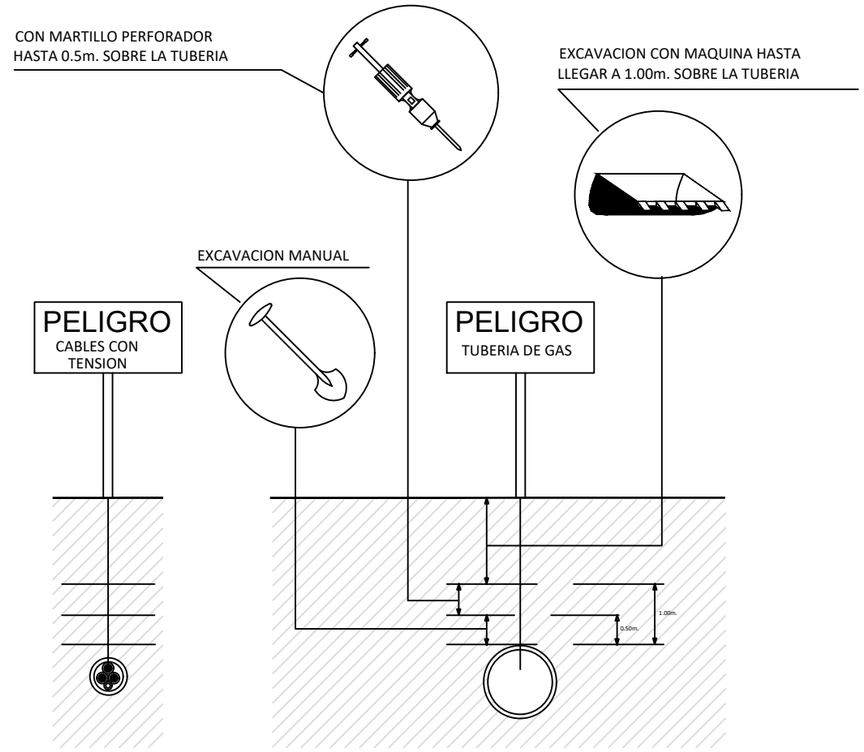
② SI CONTACTA NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE

③ SI NO CONSIGUE QUE BAJE, SALTE DEL CAMION LO MAS LEJOS POSIBLE





H=PASO LIBRE
S=SEÑAL DE LIMITACIÓN DE ALTURA (TR-205)
D=ALTURA LINEA ELECTRICA
A=DISTANCIA DE SEGURIDAD
1m.. LINEAS DE BAJA TENSION
3m.LINEAS DE ALTA TENSION HASTA 57000V.
5m.LINEAS DE ALTA TENSION DE MAS DE 57000V.
d=DISTANCIA DEL PORTICO A LA LINEA ELECTRICA
d=5m. PARA V<20Km./h.
d=10m. PARA 20<V<30 km./h.
d=15m. PARA 30<V<40 km./h.
d=25m. PARA V<40 km./h.



DISTANCIAS MAXIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDABLES EN TRABAJOS DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

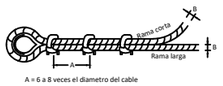
PLANO: 007 HOJA: 001 de 001

TÍTULO PLANO:

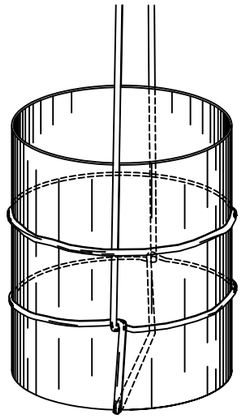
SERVICIOS AFECTADOS

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

Manera de colocar las grapas en cables de carga

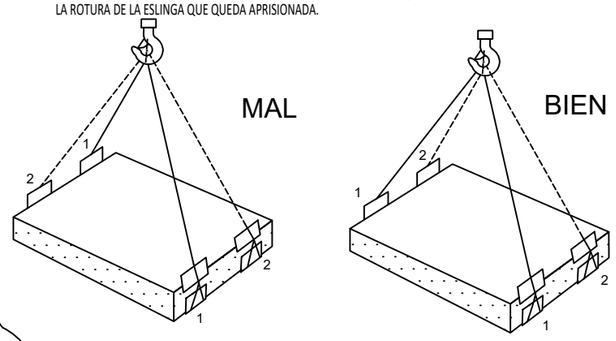


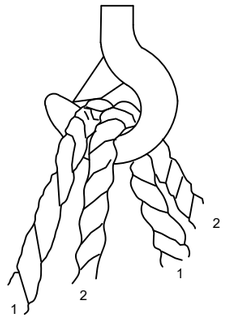
A = 6 a 8 veces el diametro del cable



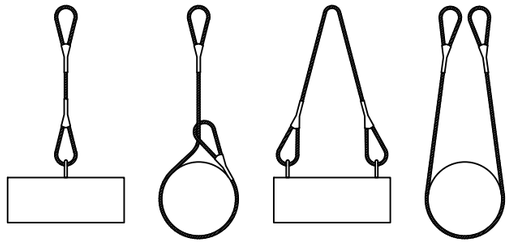
AMARRE DE BIDONES

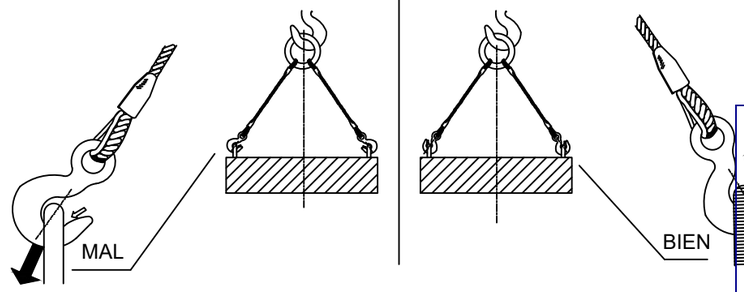
NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS. SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.





FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:





GANCHO CON OJAL (ABERTURA HACIA EL EXTERIOR DE LA CARGA)

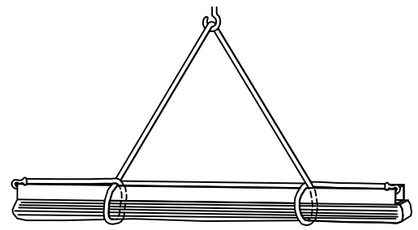
CARGAS PARA CABLES DE 2 RAMALES

Cable 6x37+1= Carga Rotura 140 Kg/mm.-Coeficiente de Seguridad 6

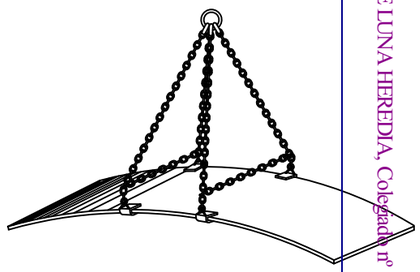
ø			 90°	2 Eslingas de 2 Ramales a 90°
10	750	1.500	1.000	2.000
12	1.250	2.500	1.750	3.500
14	1.450	3.000	2.000	4.000
16	1.933	4.000	2.500	5.000
17	2.450	5.000	3.500	7.000
19	3.116	6.500	4.500	9.000
22	4.000	8.000	5.500	11.000
24	4.500	9.000	6.500	13.000
26	5.500	11.000	7.500	15.000
28	6.500	13.000	9.000	18.000
30	7.500	15.000	10.000	20.000

Número de grapas necesarias

Ø del cable	Cables ordinarios alma textil	Cables con alma metálica y cable antigiratorio
5 a 12	3	4
12 a 20	4	5
20 a 25	5	6
25 a 35	6	7
35 a 45	7	8
45 a 50	8	8

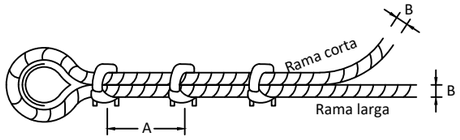


CARGA LARGA (Eslinga de 2 ramales)



PLANCHA LARGA

Manera de colocar las grapas en cables de carga



A = 6 a 8 veces el diametro del cable

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

FORMATO: A3

PLANO: 008 HOJA: 001 de 002

TÍTULO PLANO:

ANCLAJE Y CARGAS I

USOS DE CABLES Y ESLINGAS

DIAMETRO DEL CABLE	CARGA DE TRABAJO UTIL EN Kg. PARA CABLES CON RESISTENCIA ESPECIFICA DE 160 Kg/mm									
				30°	60°	90°		30°	60°	90°
12	1.330	1.000	2.660	2.570	2.300	1.880	5.320	5.140	4.600	3.760
14	1.680	1.260	3.360	3.240	2.900	2.370	6.720	6.480	5.800	4.740
16	2.300	1.720	4.600	4.440	3.980	3.250	9.200	8.880	7.960	6.500
18	3.000	2.250	6.000	5.790	5.200	4.240	12.000	11.580	10.400	8.480
20	3.580	2.680	7.160	6.910	6.200	5.060	14.320	13.820	12.400	10.120
22	3.970	2.980	7.940	7.670	6.870	5.610	15.880	15.340	13.740	11.720
24	4.800	3.600	9.600	9.270	8.310	6.790	19.200	18.540	16.620	13.580
26	5.700	4.280	11.400	11.010	9.870	8.060	22.800	22.020	19.740	16.120
28	6.720	5.040	13.440	12.980	11.640	9.500	26.880	23.960	23.280	19.000
30	7.780	5.910	15.560	15.030	13.470	11.000	31.120	30.060	26.940	22.000
32	8.350	6.260	16.700	16.130	14.460	11.800	33.400	32.260	28.920	23.600
34	9.530	7.150	19.060	18.410	16.500	13.470	38.120	36.820	33.000	26.940
36	10.820	8.120	21.640	20.900	18.740	15.300	43.280	41.800	37.480	30.600
38	12.170	9.130	24.340	23.510	21.070	17.210	48.680	47.020	42.140	34.420
40	13.590	10.200	27.180	26.250	23.530	19.210	54.360	52.500	47.060	38.420

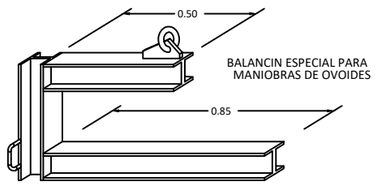
MUY IMPORTANTE
LA INSTALACION DE CABLES Y ESLINGAS DEBE REALIZARSE DE FORMA PERMANENTE CON LOS CRITERIOS INDICADOS A CONTINUACION.

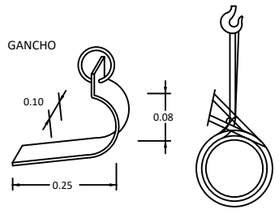
Nº DE ALAMBRES DE CABLES SEGÚN NORMA DIN 655	Nº de alambres rotos del cable cuando este debe desecharse	
	Arrollamiento cruzado	
	Longitud 6d.	Longitud 30d.
6x19 = 114	8	16
6x37 = 222	30	60

- Un cable también debe retirarse cuando tenga un cordón roto.
- Así mismo debe retirarse cuando presente ensanchamientos, aplastamientos, dobleces y otros deterioros similares.

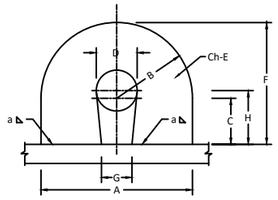
NOTA: En los pulpos de 4 ramales el ángulo debe tomarse para el calculo entre ramales opuestos.
- El coeficiente de seguridad adoptado es de 6.
- d = Diámetro del cable.

ELEMENTOS AUXILIARES DE IZADO



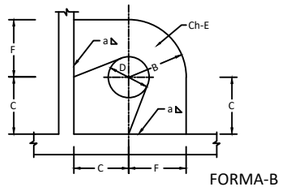


OREJETAS DE IZADO



FORMA-A

A	B	C	D	E	F	G	H	(KN) CARGA	a= ◺
152	76	48	38	30	124	27	57	120	8
108	54	27	27	20	88	19	40	60	7
84	42	21	21	15	68	15	32	30	5

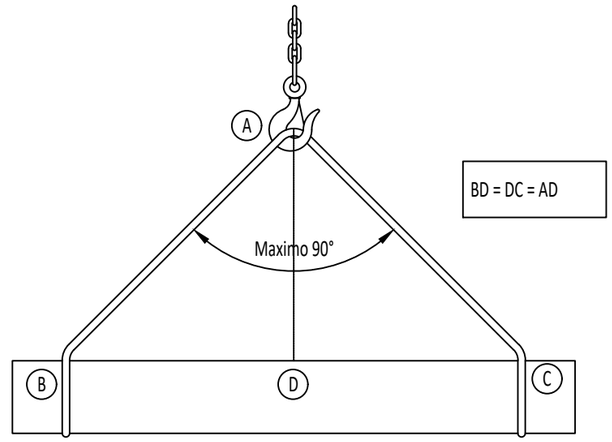


FORMA-B

B	C	D	E	F	(KN) CARGA	a= ◺
57	57	38	30	57	120	8
40	40	27	20	40	60	7
32	32	21	15	32	30	5

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.

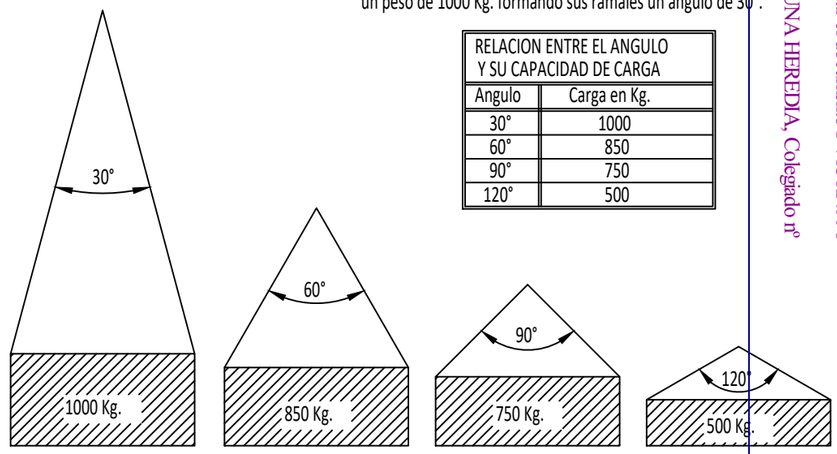
SE DEBE PROCURAR QUE LAS ESLINGAS FORMEN UN ANGULO MENOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.



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



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede validar
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

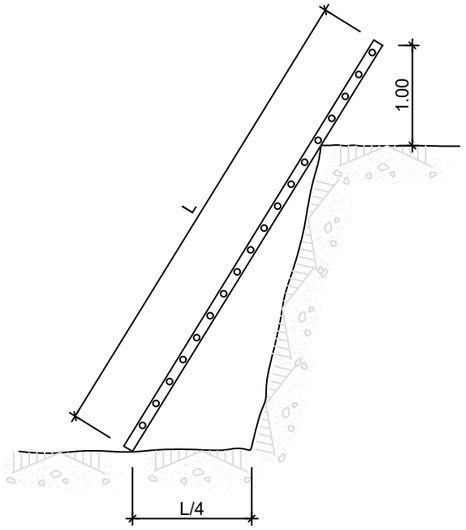
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 008 HOJA: 002 de 002

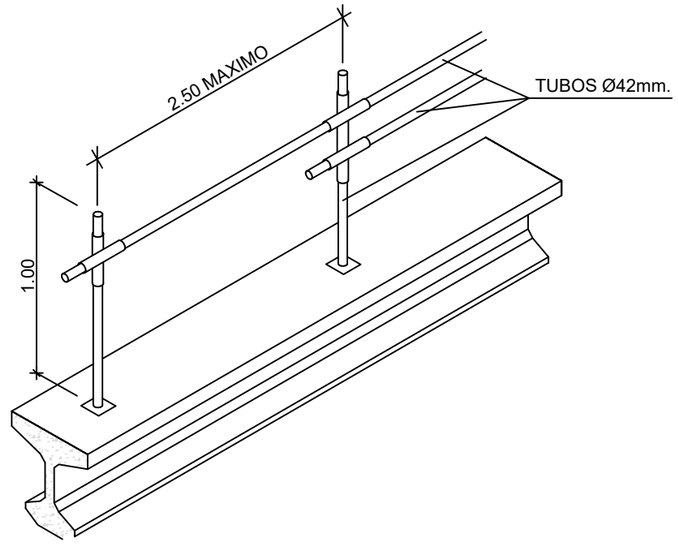
TÍTULO PLANO:

ANCLAJE Y CARGAS II

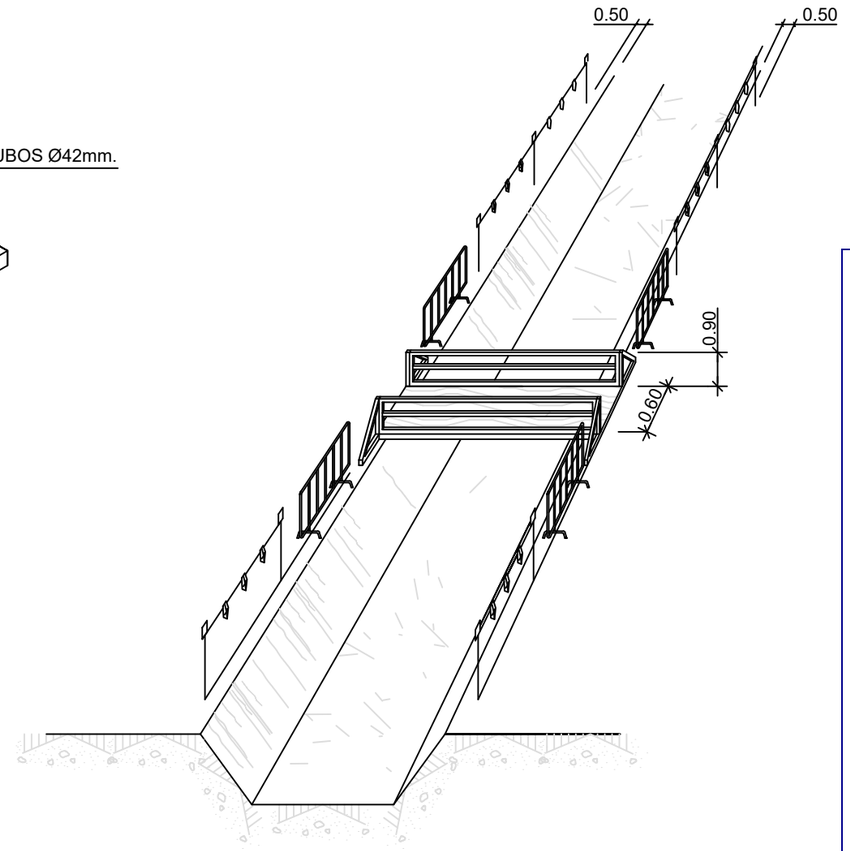
ESCALERAS DE MANO



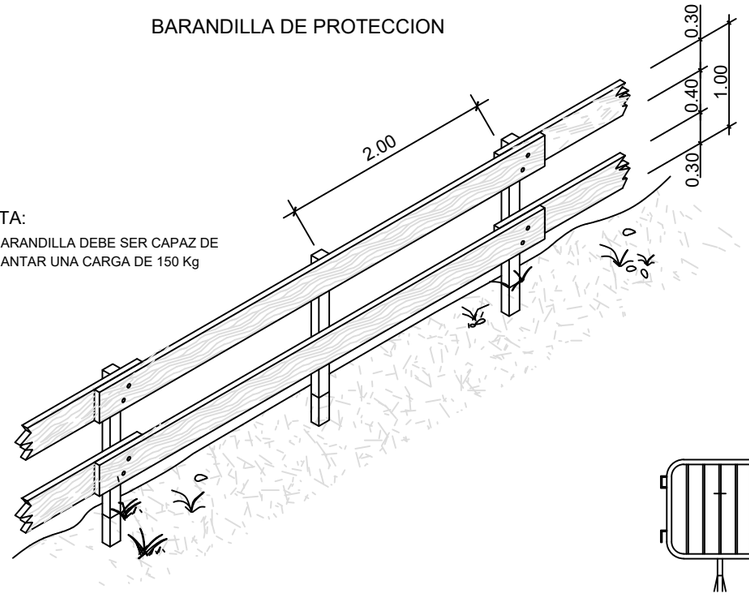
MODELO DE LINEA DE ANCLAJE PARA CINTURONES DE SEGURIDAD



PASO Y PROTECCION EN ZANJAS



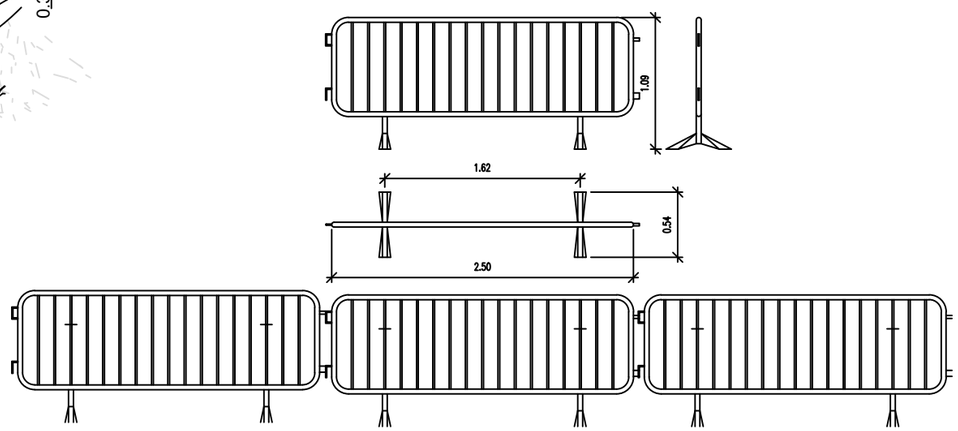
BARANDILLA DE PROTECCION



NOTA:

LA BARANDILLA DEBE SER CAPAZ DE AGUANTAR UNA CARGA DE 150 Kg

VALLA CONTENCIÓN PEATONES



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

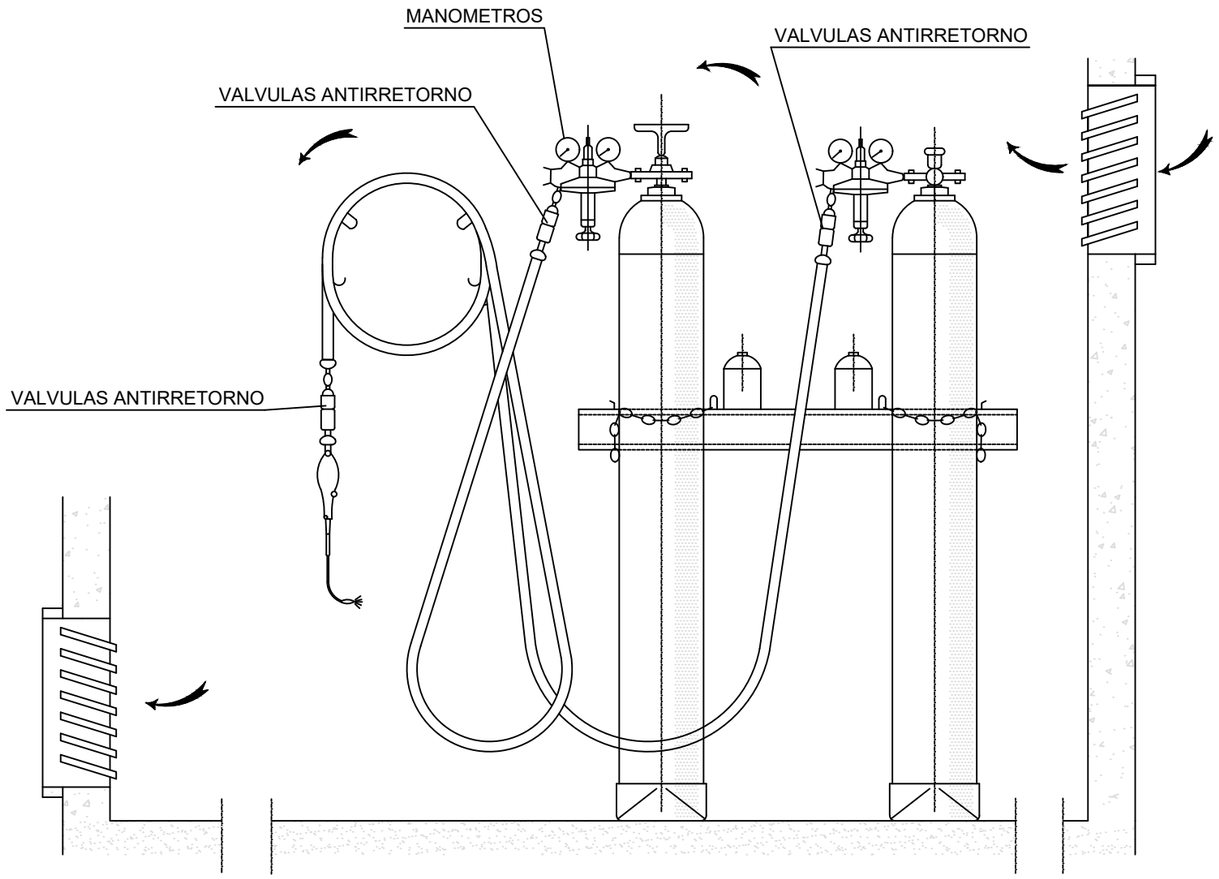
FORMATO: A3

PLANO: 009 HOJA: 001 de 001

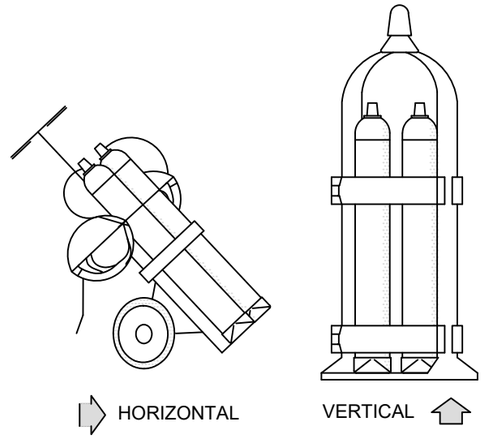
TÍTULO PLANO:

BARANDILLAS Y VALLAS

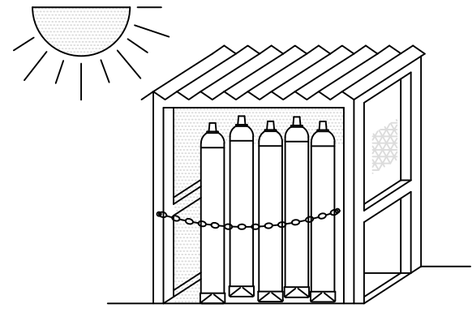
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA



INSTALACION DE BOMBONAS DE OXIGENO Y ACETILENO



TRANSPORTE



ALMACEN

GRUPO OXICORTE CON
DOBLE VALVULA ANTIRRETORNO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org/cvds
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

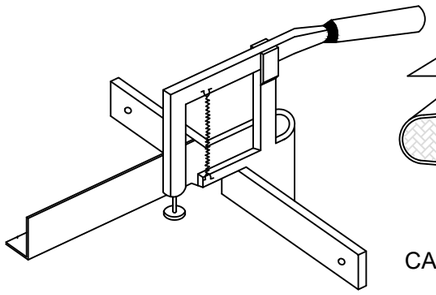
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	010
HOJA:	001 de 005

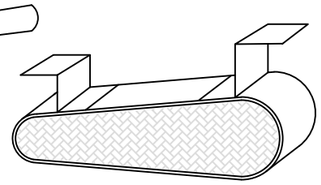
TÍTULO PLANO:

MEDIOS AUXILIARES I

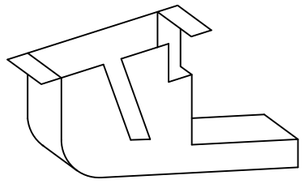
DISPOSITIVO FABRICACION DE CUÑAS



CARENADO INFERIOR



RESGUARDO INFERIOR



CUCHILLO DIVISOR

CARCASA PROTECTORA

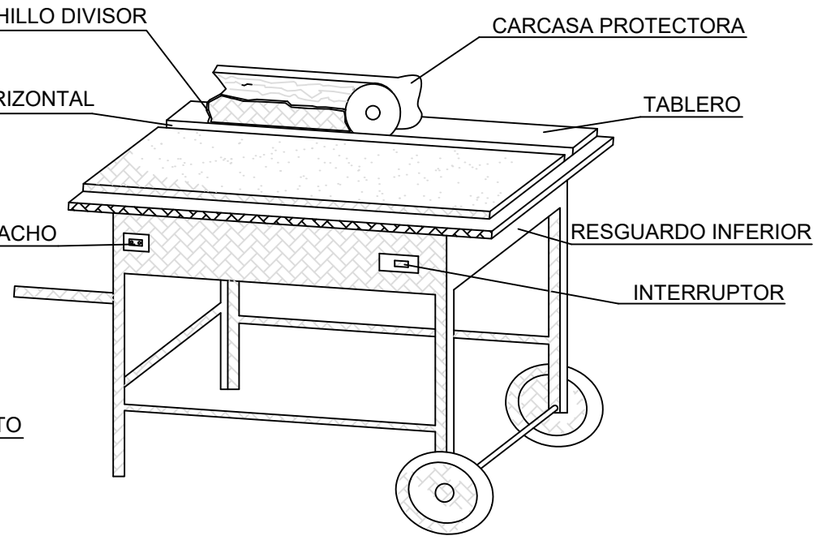
GUIA HORIZONTAL

TABLERO

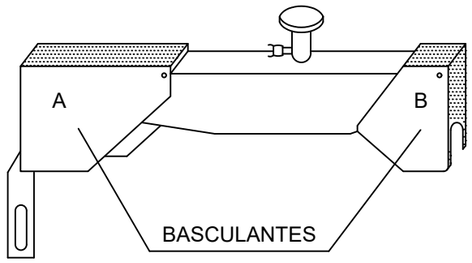
ENCHUFE MACHO

RESGUARDO INFERIOR

INTERRUPTOR



CARCASAS PROTECTORAS

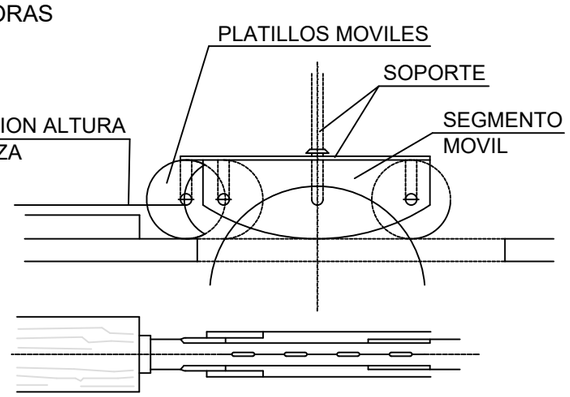


PLATILLOS MOVILES

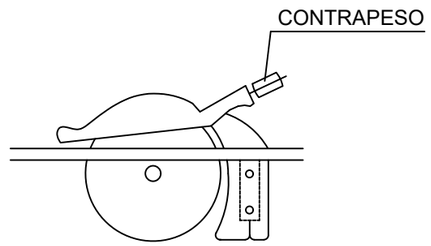
SOPORTE

LIMITACION ALTURA PIEZA

SEGMENTO MOVIL



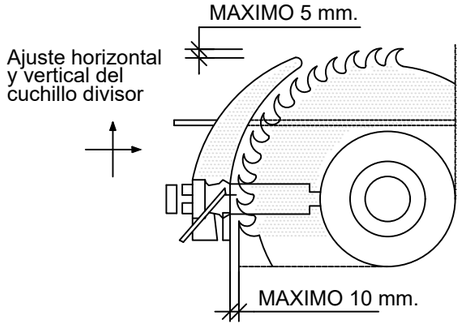
CONTRAPESO



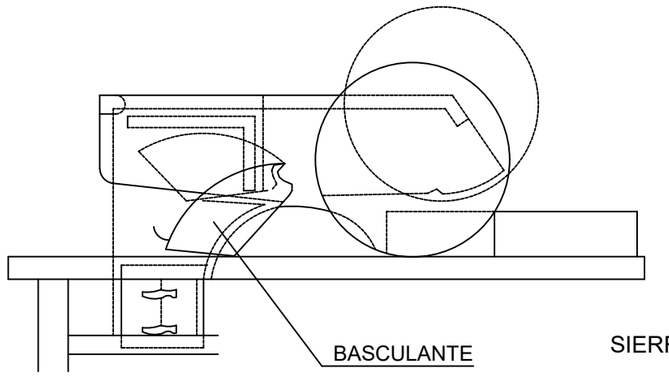
CUCHILLO DIVISOR

MAXIMO 5 mm.

Ajuste horizontal y vertical del cuchillo divisor



MAXIMO 10 mm.



SIERRA CIRCULAR

NOTA:
TODOS LOS EQUIPOS DEBERÁN ESTAR HOMOLOGADOS Y CON LA MARCA CE.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

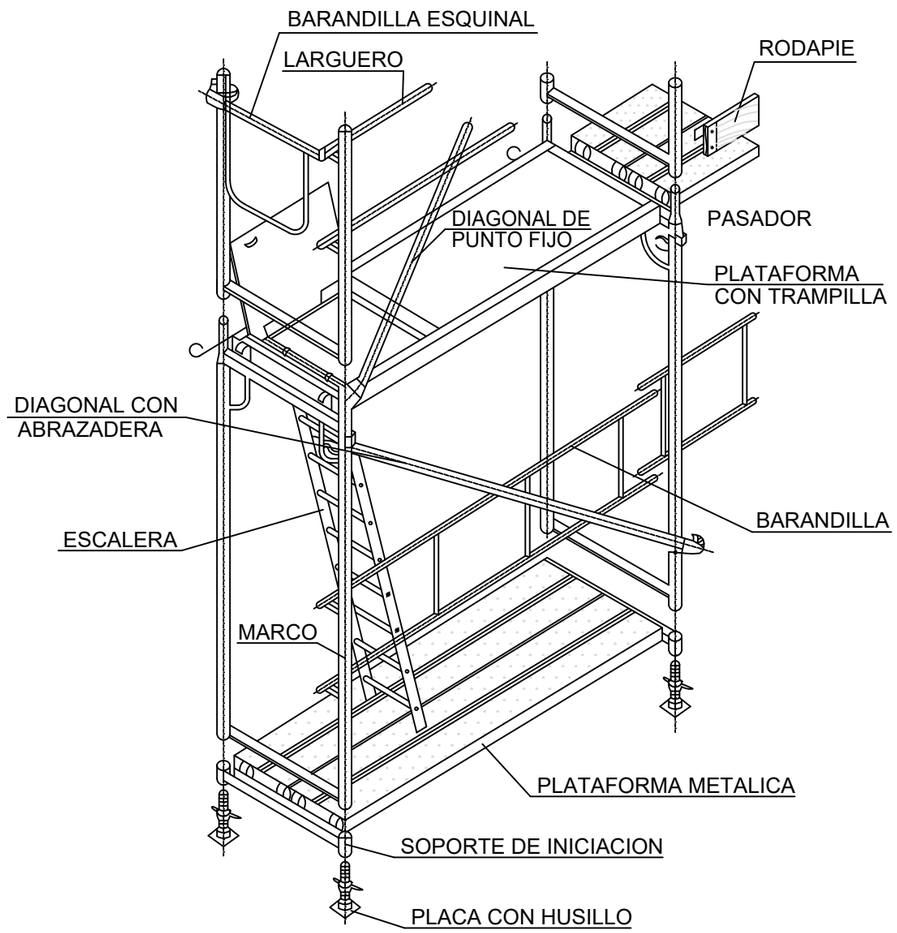
FORMATO: A3

PLANO: 010 HOJA: 002 de 005

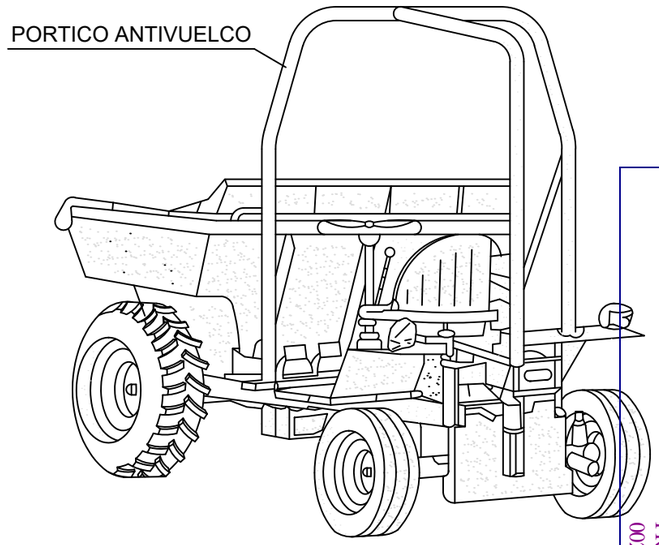
TÍTULO PLANO:

MEDIOS AUXILIARES II

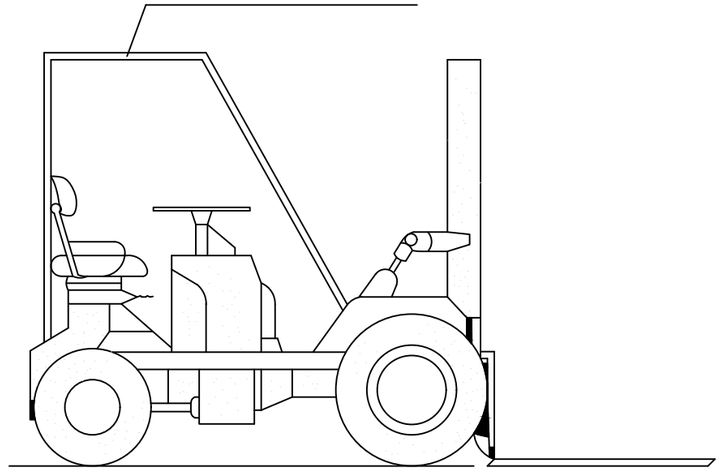
ANDAMIO TUBULAR. COMPONENTES



DUMPER



CARRETILLA PORTAPALES



ESTOS VEHICULOS QUE NO TENGAN CABINAS CUBIERTAS PARA EL CONDUCTOR.
DEBERAN SER PROVISTOS DE PORTICOS DE SEGURIDAD PARA CASO DE VUELCO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)
FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

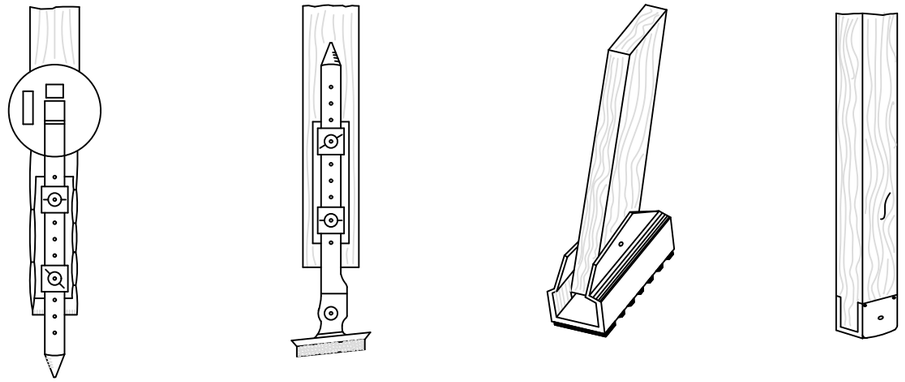
ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	010
HOJA:	003 de 005

TÍTULO PLANO:

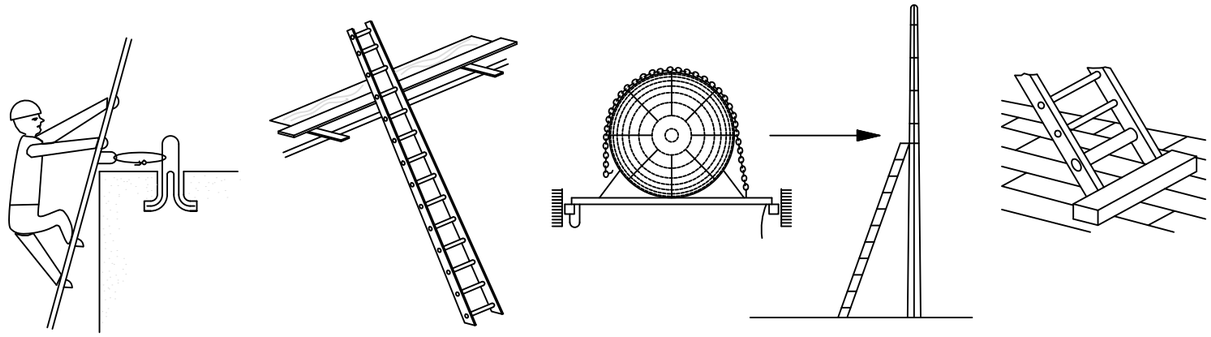
MEDIOS AUXILIARES III

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

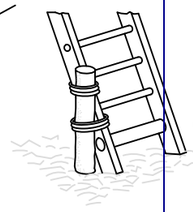
MECANISMOS ANTIDESLIZANTES



SUJECION EN LA PARTE SUPERIOR







Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021922
VISADO

RIC ENERGY	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM) FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA	ESCALA: S/E FORMATO: A3 PLANO: 010 HOJA: 004 de 005	TÍTULO PLANO: MEDIOS AUXILIARES IV

PARTE DE MANTENIMIENTO

Obra Código		**Fecha** Operario	
Máquina	**Tipo**	**Modelo**	
PUNTOS DE REVISIÓN		**ESTADO**	
		CORRECTO	INCORRECTO
1. Motor			
1.1 Niveles			
1.2 Pérdidas			
1.3 Nivel Ruido			
1.4 Instalación eléctrica / Batería			
2. Sistema Hidráulico			
2.1 Mandos			
2.2 Niveles			
2.3 Pérdidas			
3. Señalización y Alumbrado			
3.1 Luces			
3.2 Avisador acústico marcha atrás			
3.3 Rotativo			
3.4 Claxon			
4. Frenos			
4.1 Estado Circuíto			
4.2 Eficacia			
4.3 Freno de mano			
5. Estado			
5.1 Estado			
5.2 Eficacia			
6. Neumáticos			
6.1 Estado			
6.2 Presión			
7. Engrase			
8. Acondicionamento Interior			
8.1 Cinturón de seguridad			
8.2 Extintores			
OBSERVACIONES			

Ficha de Mantenimiento de Maquinaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86950219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

ESCALA: S/E

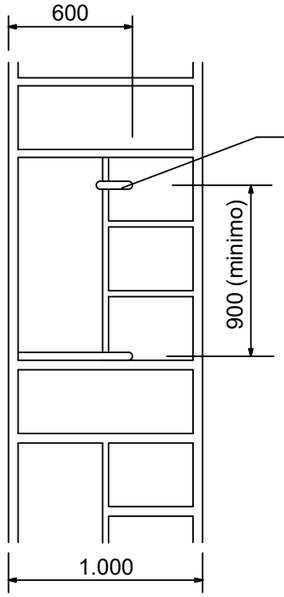
FORMATO: A3

PLANO: 010 HOJA: 005 de 005

TÍTULO PLANO:

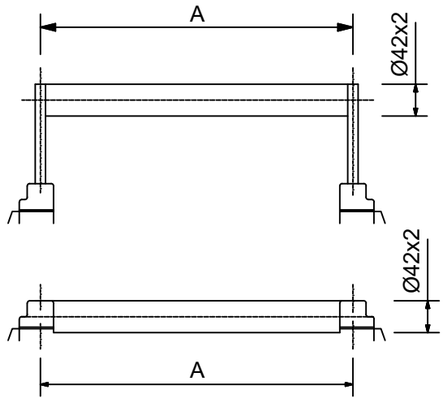
MEDIOS AUXILIARES.
FECHA DE MANTENIMIENTO

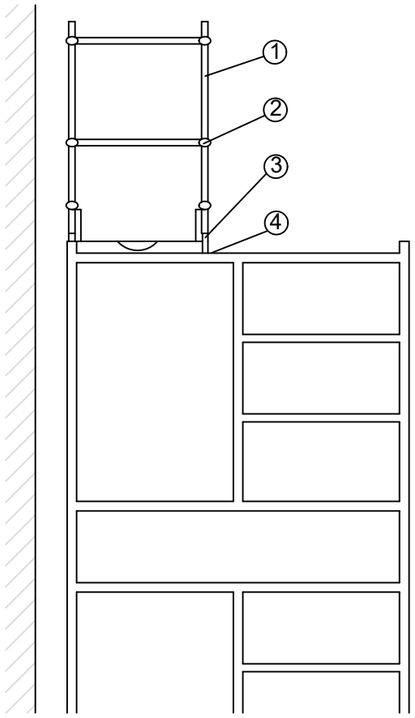
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86960219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



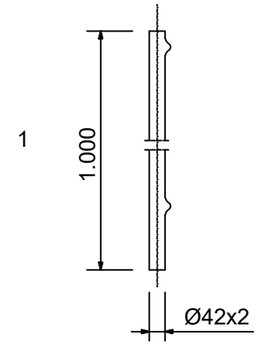
TIRANTE PARA BARANDILLA
INTERIOR. TIPO G-100

ANDAMIO TIPO (m)	PESO/KG.	MEDIDAS A
DE 1.50	3.90	1.520
DE 2.00	4.90	2.035
DE 2.50	5.80	2.500
DE 3.00	5.90	3.043
DE 3.50	7.80	3.500
DE 4.00	8.90	4.025

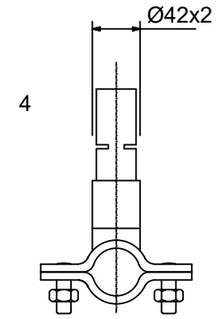




PIE DE BARANDILLA

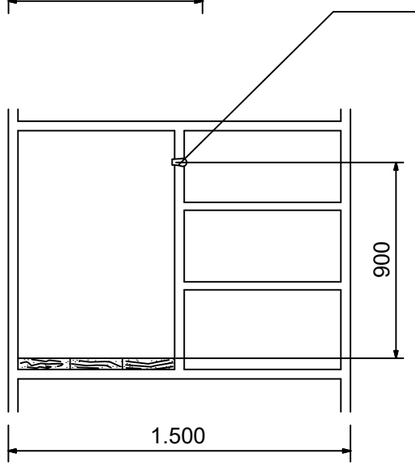


BRIDA CON ENCHUFE

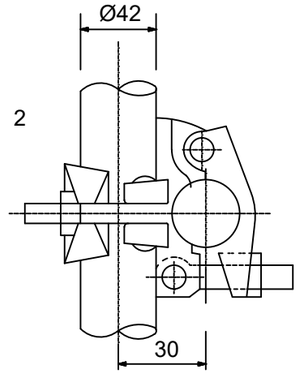


TIRANTE PARA BARANDILLA
INTERIOR. TIPO G-150

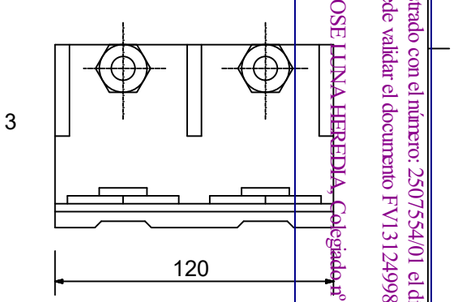
ANDAMIO TIPO (m)	PESO/KG.	MEDIDAS A
DE 1.50	3.20	1.520
DE 2.00	4.20	2.035
DE 2.50	5.20	2.500
DE 3.00	6.20	3.043
DE 3.50	7.20	3.500
DE 4.00	8.20	4.025



ABRAZADERA DOBLE FIJA
DE HIERRO FORJADO



ABRAZADERA DE EMPALME



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://www.coitim.es/validar
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

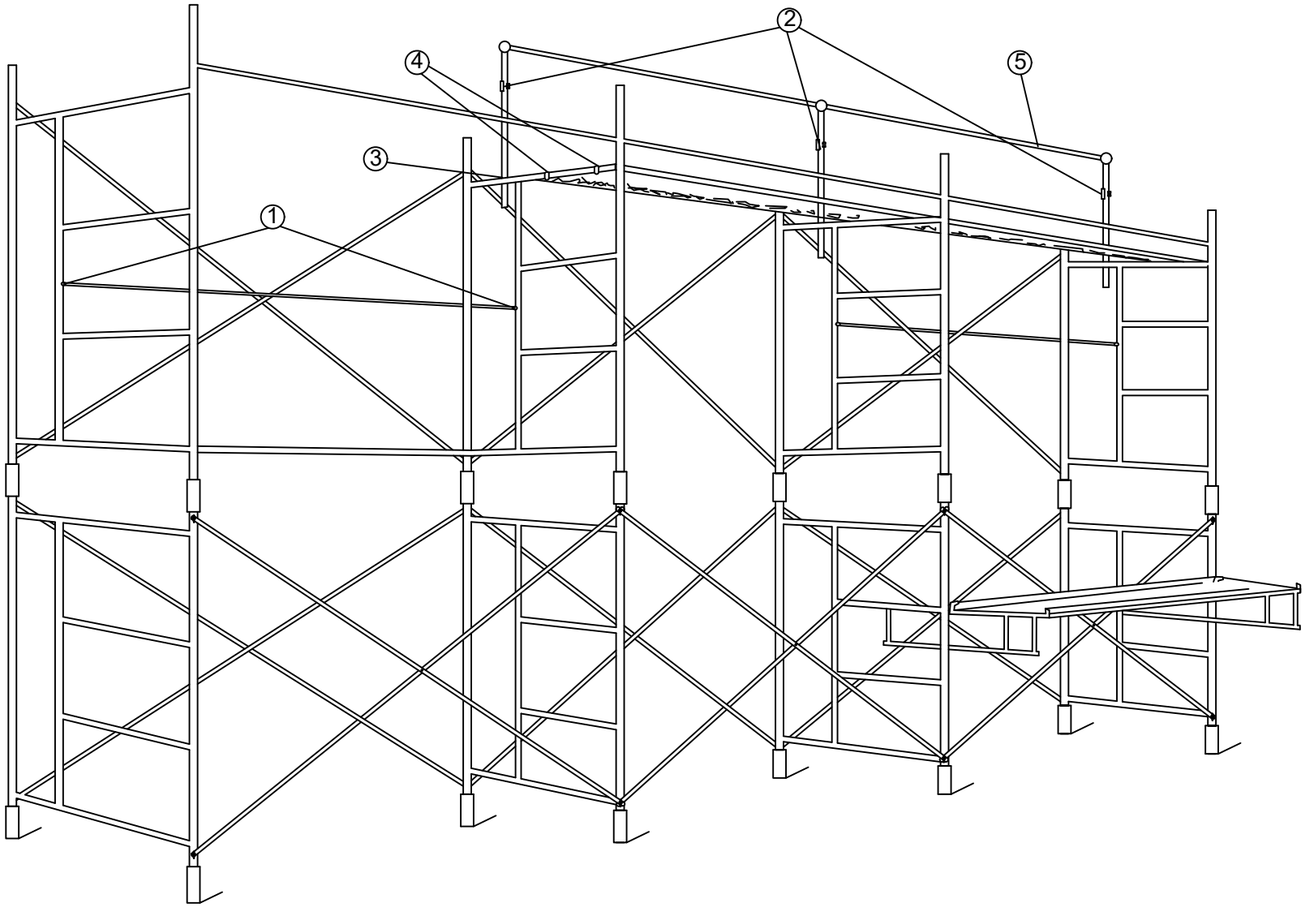
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

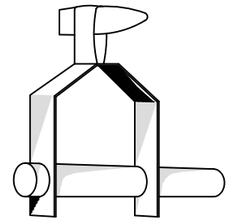
ESCALA: S/E
FORMATO: A3
PLANO: 011 HOJA: 001 de 002

TÍTULO PLANO:
ANDAMIOS I

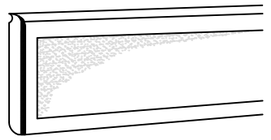
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU, CIF B86950219, Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA.



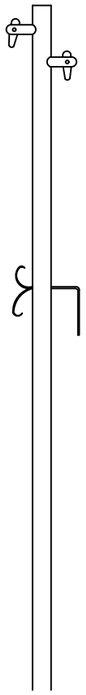
1
BOCA CON CUÑA PARA FIJACION DE BARANDILLA



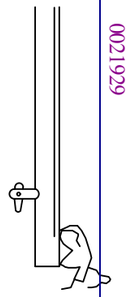
FIJACIONES DE RODAPIE



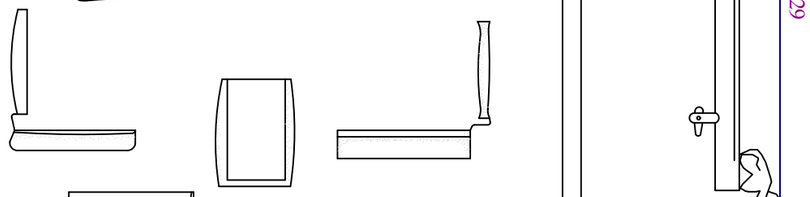
2
PILARILLO PARA FIJACION DE BARANDILLA



3
CASQUILLO CON BOCA



4 PORTAPISO O PLATAFORMA METALICA DE 0.30 X 2 Y 3 mts.



5 ALARGADERA DE BARANDILLA





Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(Colegiado 21.929 del COGITIM)

FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA

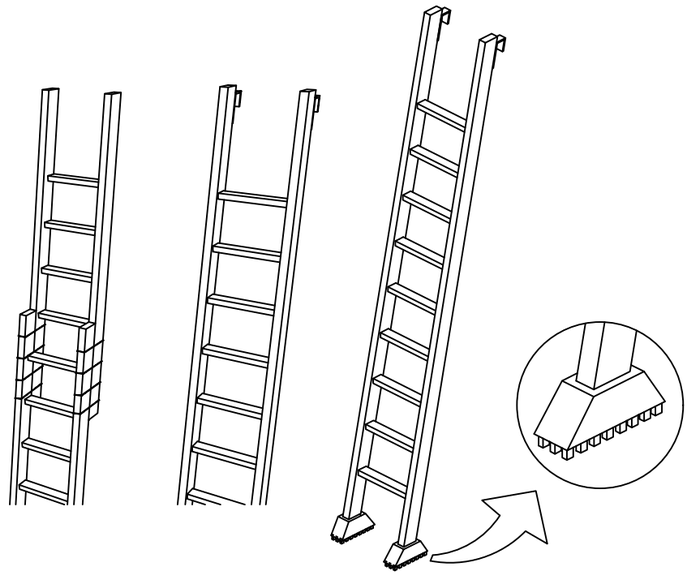
ESCALA:	S/E
FORMATO:	A3
PLANO:	011
HOJA:	002 de 002

TÍTULO PLANO:

ANDAMIOS II

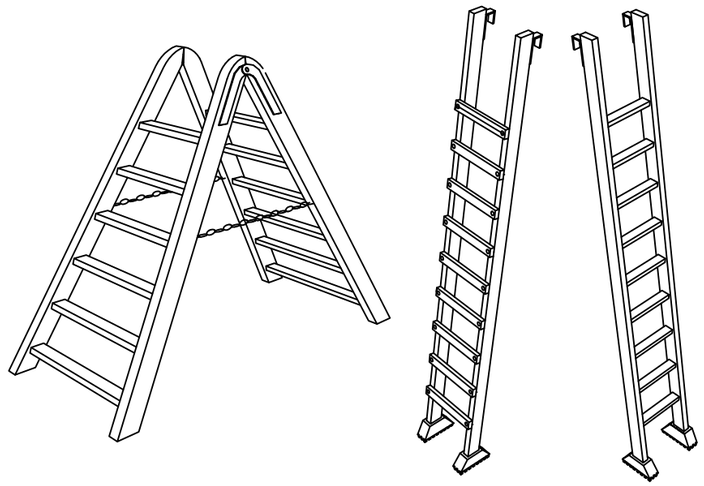
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y PROPIEDAD DE RIC SUN ESPAÑA SLU. CIF B86960219. Y LA COPIA O REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL ESTÁ PROHIBIDA SIN AUTORIZACIÓN PREVIA

PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO



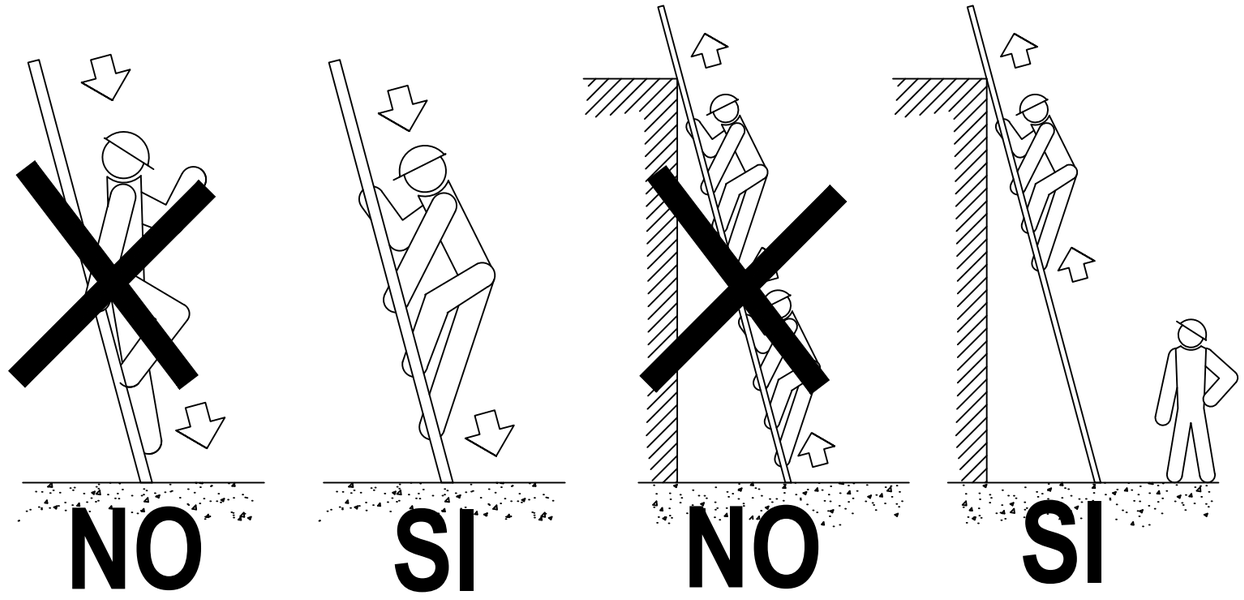
NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.

EQUIPAR LA S ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.

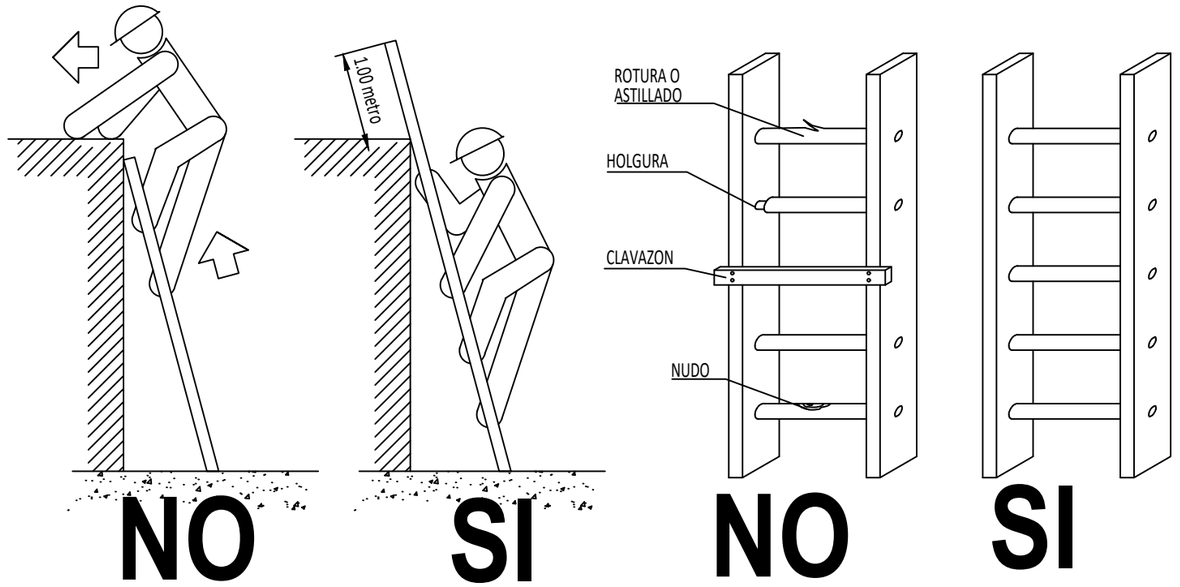


TOPE Y CADENA PARA IMPEDIR LA APERTURA.

LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDANOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS.



ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
EN SU SUBIDA Y BAJADA)



ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

RIC ENERGY	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (Colegiado 21.929 del COGITIM) FDO.: FRANCISCO LUNA HEREDIA	ESCALA: S/E FORMATO: A3 PLANO: 012 HOJA: 001 de 001	TÍTULO PLANO: ESCALERAS

DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

CONTENIDO

1 ANTECEDENTES 4
2 OBJETO 4
3 PETICIONARIO 5
4 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA 5
4.1 EMPLAZAMIENTO 5
4.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 6
4.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES 6
4.4 SUPERFICIE TOTAL AFECTADA 7
4.5 PLAZO DE EJECUCIÓN 7
5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 7
6 RESIDUOS GENERADOS EN OBRA 9
7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR 11
8 MEDIDAS DE SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS 12
9 RETIRADA Y TRANSPORTE DE RCD 15
10 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS 16
11 ESTIMACIÓN DE CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR 19
11.1 TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN 19
11.2 HORMIGÓN 20
11.3 PLÁSTICOS 21
11.4 PAPEL Y CARTÓN 21
11.5 MADERA 22
11.6 CHATARRAS METÁLICAS 22
11.7 RESIDUOS PELIGROSOS 23
12 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 23
12.1 TOTAL DE RESIDUOS A GESTIONAR 23
12.2 COSTES UNITARIOS 24
12.3 PRESUPUESTOS PARCIALES 25
12.4 PRESUPUESTO TOTAL 26
13 CONCLUSIÓN 26

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 021929

1 ANTECEDENTES

El presente documento denominado Estudio de Gestión de Residuos forma parte del proyecto de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda.

En el documento "Memoria" de este mismo proyecto constan los antecedentes de este.

2 OBJETO

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente Proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo y en la medida de los posible la cantidad de residuos generados, además de segregarlos, almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos.

El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.

Según dicha normativa el contenido mínimo del estudio ha de ser:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra identificados según código LER.
- Las medidas para la prevención de residuos.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones de:
  - Hormigón.
  - Ladrillos, tejas, cerámicos.
  - Metal.
  - Madera.
  - Vidrio.
  - Plástico.
  - Papel y cartón.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación de los residuos.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas en relación con el almacenamiento, manejo, separación y en su caso, otras operaciones de gestión dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto para la gestión de los residuos de construcción y demolición.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

3 PETICIONARIO

El titular y a la vez promotor del proyecto de ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, es:

NENUFAR POWER, SL. con C.I.F. B-05327903 y domicilio social en Calle Orense 34, Torre Norte, Planta 10, 28020 Madrid (Madrid).

- Teléfono de Contacto: 910 88 63 20
- E-mail de Contacto: notificaciones@ricenergy.es

4 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

4.1 EMPLAZAMIENTO

La línea eléctrica objeto del presente Proyecto se ubica en la provincia de Valladolid, Comunidad Autónoma de Castilla y León.

La localización de la línea se refleja en los planos de situación PV0067ILE13F001GRa0 PV0067ILE13F002GRa0 de emplazamiento.

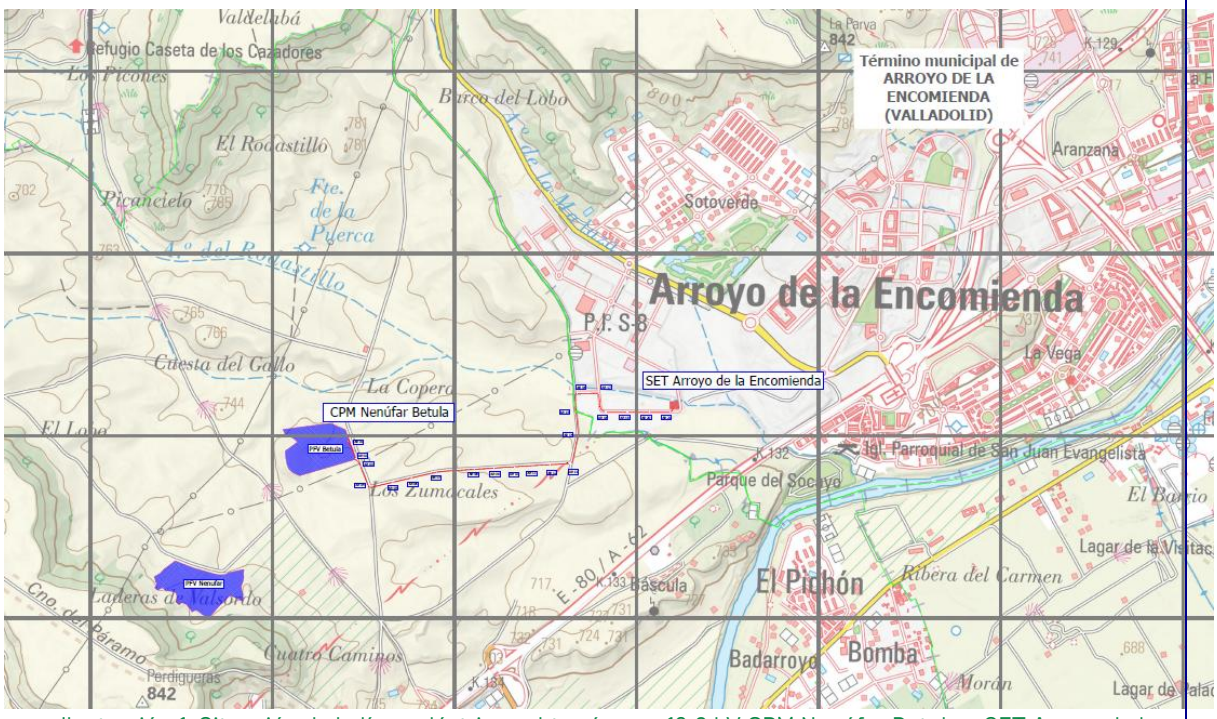


Ilustración 1. Situación de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

4.1.1 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Los terrenos donde se ubicará la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda se localizan en los términos municipales de:

- Simancas.
- Arroyo de la Encomienda.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002929
VISADO

Estos municipios están localizados en la provincia de Valladolid, correspondiente a la comunidad autónoma de Castilla y León.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

En el diseño del trazado previsto se han tenido en cuenta diversos factores clave, incluyendo la localización y disposición de las edificaciones existentes, las proyecciones de crecimiento y expansión de la población en la zona, la presencia de vías pecuarias, carreteras y otras infraestructuras viarias, así como la conservación de parajes naturales, ecosistemas sensibles y los accidentes geográficos que podrían influir en la viabilidad técnica y ambiental del proyecto.

La línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, consta de una longitud total de 2.433 metros.

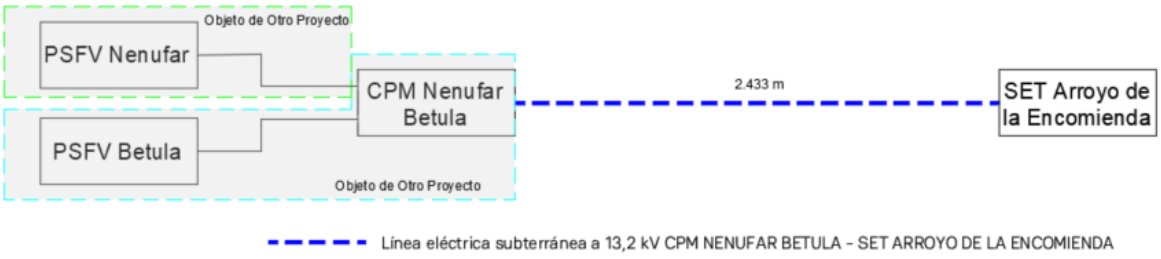


Ilustración 2. Esquema detallado de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

4.2.1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES

A continuación, se muestran las coordenadas de los vértices que componen la línea eléctrica descrita:

Tabla 1. Coordenadas de los vértices

N.º Vértice	Coordenadas Vértices (ETRS89: HUSO 30)	
	X (m)	Y (m)
CPM Nenúfar Betula	347.419	4.607.971
SET Arroyo de la Encomienda	349.198	4.608.158

4.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características principales de los tramos son las siguientes:

Tabla 2. Características generales de la línea

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	13,2
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Categoría de la línea	3ª
Categoría de la red	A
Tipología de la línea	Subterránea
Inicio subterráneo	CPM Nenúfar Betula

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Final subterráneo	SET Arroyo de la Encomienda
N.º de circuitos	2
N.º de conductores por fase	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja bajo tubo hormigonada
Tipo de cable subterráneo	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Potencia máxima admisible (MVA)	8,42
Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9) (MVA)	6,37
Tipo de cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Conexión de pantallas	Solid Bonding
Longitud subterránea (km)	2,43

4.4 SUPERFICIE TOTAL AFECTADA

Se muestra a continuación una tabla con una estimación de la superficie de terreno total afectada. Esta estimación se ha realizado a partir de los datos que constan en el documento de "Relación de Bienes y Derechos Afectados" del presente proyecto:

Tabla 3. Superficie afectada

Tipo de tramo	Superficie de terreno afectada (m^2)
Subterráneo	14.938

4.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del proyecto se prevé en 8 semanas, según se detalla en la planificación que se adjunta a continuación:

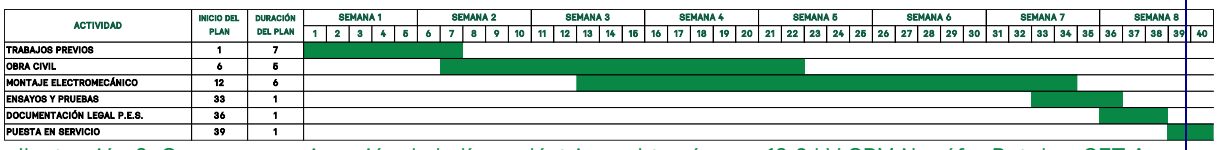


Ilustración 3. Cronograma ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El Promotor es el "Productor de los residuos de construcción y demolición", por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra de construcción o demolición. También por ser 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.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio con el código 0021929
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº
VISADO

entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto-ley 20/2011, de 30 de diciembre, de medidas urgentes en materia presupuestaria, tributaria y financiera para la corrección del déficit público; y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

El contratista principal es el "Poseedor de los residuos de construcción y demolición", por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tienen la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. No tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

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 que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el presente Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

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 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 o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada en la Decisión de la Comisión, 2014/955/UE, de 18 de diciembre de 2014, por la que 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, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002182

6 RESIDUOS GENERADOS EN OBRA

La obra para la ejecución de la línea eléctrica objeto del presente proyecto implica una serie de actividades que a su vez conlleva la generación de residuos. Dichas actividades se mencionan a continuación:

- Apertura y/o acondicionamiento de accesos.
- Apertura y/o acondicionamiento de zonas de trabajo y de acopios.
- Desbroces y talas para apertura de calle del tendido (si aplica).
- Movimientos de tierras.
- Obra civil para excavaciones y hormigonado de cimentaciones y/o de canalizaciones.
- Montaje electromecánico de aparamenta eléctrica.
  - Armado e izado de apoyos, y tendido de conductores y cables de tierra.
- Limpieza y restauración de zonas de obra.

Conforme a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (capítulo 1, artículo 6), la identificación y clasificación de los residuos se hará de conformidad con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que 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.

Según la Lista Europea de Residuos (LER), los residuos generados a partir de las actividades anteriores se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar en la obra de la línea eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002189
VISADO

Tabla 4. Listado de residuos susceptibles de generación durante la obra

TIPO DE RESIDUOS		CÓDIGO LER
NO PELIGROSOS	Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)	150102/150104/150105/150106
	Restos de hormigón	170101
	Ladrillos	170102
	Maderas	170201
	Plásticos (envases y embalajes)	170203
	Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402
	Excedentes de excavación	170504
	Mezclas bituminosas que NO contienen alquitrán de hulla	170302
	Cables que NO contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	170411
	Residuos mezclados de construcción y demolición que NO contengan mercurio, PCB o sustancias peligrosas	170904
	Papel y cartón	200101
	Plásticos	200139
	Residuos vegetales (podas y talas) (residuos biodegradables)	200201
	Mezclas de restos municipales	200301
PELIGROSOS	Trapos impregnados [Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas]	150202*
	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	170503*
	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa (por ejemplo, amianto)	150110*/150111*
	Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas	160504*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

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:

- Adquisición de materiales.
- Comienzo de la obra.
- Puesta en marcha.
- Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas;

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales:
  - Se incluirán en los procedimientos de adjudicación de contratos de obra cláusulas que permitan una mayor valoración de las ofertas que supongan menor generación de residuos o que utilicen en las unidades de obra, áridos u otros productos procedentes de valorización de residuos.
  - 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 la máxima 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.
  - 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.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

- 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.

- Medidas de minimización en la puesta en obra:
  - 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, etcétera) ajustando
  - 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.

- 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 Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0081929
VISADO

- 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.

8 MEDIDAS DE SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Con carácter general, los residuos se recogerán por separado y no se mezclarán con otros residuos u otros materiales con propiedades diferentes.

En el caso de los residuos peligrosos, se retirarán, antes o durante la valorización, las sustancias, mezclas y componentes peligrosos que contengan estos residuos, con la finalidad de que sean tratados conforme a los artículos 7 y 8 de la Ley 7/2008 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en 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.

Los residuos de construcción y demolición, conforme a lo regulado en el Art. 5 Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de 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:

Tabla 5. Cantidades umbrales para los RCD

RESIDUO	CANTIDAD UMBRAL (t)
Hormigón	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metal	2
Madera	1
Vidrio	1
Plástico	0,5
Papel y cartón	0,5

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928
VISADO

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello, hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada.

Según la estimación de volumen de residuos realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

Si las cantidades de residuos de hormigón, metales, madera, plástico y papel y cartón son inferiores a las cantidades establecidas en el Real Decreto, se dispondrá en la obra un único contenedor en el que se depositen dichos residuos hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada.

Además, será necesario contar con una zona en la que ubicar distintos bidones para almacenar los distintos residuos peligrosos generados en la obra, hasta su posterior recogida por la empresa gestora de residuos autorizada.

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

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.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, y 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 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. El tratamiento y la gestión de residuos peligrosos se realizará mediante gestor y transportista autorizados.

Por último, la zona afectada por la obra y colindantes deberán quedar limpiar de escombros y restos de tierra no utilizados en la propia obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021989

9 RETIRADA Y TRANSPORTE DE RCD

Las retiradas y transportes de RCD se realizarán conforme a la normativa vigente, a través de transportistas autorizados para los diferentes tipos de materias y residuos que se desplazan.

Todas las retiradas RCD serán registradas documentalmente y de inmediato en la obra. El registro de retiradas estará siempre actualizado y disponible en la obra. Se dispondrá de la documentación que lo justifique según la normativa, procedimiento y manuales aplicables. No quedará ningún RCD sin retirar tras la finalización de los trabajos.

Las retiradas y transportes de cada tipo de RCD se realizarán del siguiente modo:

- Retiradas de materiales susceptibles de ser peligrosos: el transporte será realizado lo antes posible conforme en todo momento a la normativa vigente que regula las cargas, descargas y transportes por carretera. En caso de que el material sobrante sea también mercancía peligrosa deberá cumplir los requisitos derivados del ADR, no solo durante su envío al CAT, sino durante los tránsitos intermedios que pudieran producirse (con excepción de las exenciones previstas en el propio ADR). Hasta su retirada estos materiales serán acopiados según lo dispuesto en el presente documento.
- En el momento en el que se genere un material sobrante susceptible de ser peligroso, se procederá a su acopio (según lo dispuesto en el presente documento) y se retirará antes de 6 meses. El responsable de la retirada, entre otras acciones, comprobará que la matrícula del vehículo esté recogida en la autorización correspondiente.
- Retiradas de residuos no peligrosos: Se realizarán mediante gestores y transportistas autorizados conforme a la normativa vigente que regula las cargas, descargas y transportes de residuos no peligrosos e inertes, según los casos. Estas retiradas se harán lo antes posible según las necesidades de obra sin incumplir los plazos legales establecidos. Hasta su retirada, los residuos serán acopiados según lo dispuesto en el presente documento.
- Retiradas de residuos asimilables a urbanos: Se realizarán a través de los medios municipales disponibles.
- En todo caso se ejecutarán las siguientes medidas en obra para las retiradas y transportes de RCD:
  - Se vigilará que ningún RCD quede sin retirar tras la finalización de los trabajos ni esté almacenado más tiempo del regulado por la normativa vigente.
  - Se velará por la implantación de las medidas relativas a la retirada y transporte de materiales y residuos de la obra.
  - Todas las cargas y descargas de residuos y materiales susceptibles de serlo se realizarán en presencia de un responsable.
  - Se comprobará que el vehículo sea apto para el transporte y cumpla las condiciones mínimas legales establecidas.
  - Se comprobará que ningún material o residuo quede desperdigado o disperso por la obra y zonas colindantes, quedando la zona de carga y descarga en perfecto orden y limpieza.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021999
VISADO

- Todos los transportes de residuos y materiales susceptibles de serlo se realizarán directamente desde la obra a los lugares asignados, no pudiendo almacenarse en otro lugar no autorizado.
- Se realizarán los avisos de retirada en los plazos y formas exigidas en la normativa y procedimientos de EDPR.
- Los transportistas deberán tomar las precauciones necesarias para evitar pérdida de residuos, materiales y, en caso de ser necesario, levantamientos de polvo.
- Las cargas y transportes se harán dentro de las zonas y horarios legales establecidos.
- Se dispondrá de toda la documentación previa aplicable: autorizaciones del transportista, autorizaciones del gestor, documentos de aceptación/contratos de tratamiento, cartas de porte, listas de comprobación etc.
- Los contenedores de residuos asimilables a urbanos que contengan residuos en su interior se vaciarán en los contenedores municipales más cercanos de manera regular o se dispondrán en la vía pública siguiendo los horarios y pautas legales vigentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

10 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes:

- **Reutilización**: una parte de las tierras procedentes de la excavación será reutilizada en la propia obra, para relleno, explanación, o para llevar a cabo una mejora de finca
- **Valorización**: la valorización de los residuos evita la necesidad de enviarlos a un vertedero controlado. Una gestión responsable de los residuos persigue la máxima valorización para reducir tanto como sea posible el impacto medioambiental
- **Eliminación**: El resto de los residuos para los que no se contempla reutilización o valorización, serán almacenados en los contenedores y recogidos por una empresa gestora de residuos autorizada, para posterior tratamiento y eliminación en vertedero autorizado.

Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

En la siguiente tabla se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, indicando el tratamiento y el destino de cada uno de ellos:

Tabla 6. Identificación y gestión de los residuos

TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO LER	TRATAMIENTO	DESTINO
Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)	150102/150104/ 150105/150106	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje RCD / Vertedero RCD
Restos de hormigón	170101	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD / Vertedero de RCD
Ladrillos	170102	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD / Vertedero de RCD
Maderas	170201	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje / Planta de valorización energética
Plásticos (envases y embalajes)	170203	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje RCD / Vertedero RCD
Chatarras metálicas	170405/170407/ 170401/170402	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
Excedentes de excavación (tierras y piedras que NO contienen sustancias peligrosas)	170504	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero
Mezclas bituminosas que NO contienen alquitrán de hulla	170302	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD / Vertedero de RCD
Cables que NO contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	170411	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales
Residuos mezclados de construcción y demolición que NO contengan mercurio, PCB o sustancias peligrosas	170904	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD / Vertedero de RCD
Papel y cartón	200101	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
Plásticos	200139	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
Residuos vegetales (podas y talas) (residuos biodegradables)	200201	Reciclado / Valorización	Planta de reciclaje / Planta de valorización energética
Mezclas de restos municipales	200301	Valorización / Eliminación	Planta de tratamiento / Vertedero
Trapos impregnados [Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas]	150202*	Planta de Tratamiento en vertedero de Residuos Peligrosos	Eliminación en vertedero de Residuos Peligrosos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO LER	TRATAMIENTO	DESTINO
Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	170503*	Planta de Tratamiento en vertedero de Residuos Peligrosos	Eliminación en vertedero de Residuos Peligrosos
Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa (por ejemplo, amianto)	150110*/150111*	Planta de Tratamiento en vertedero de Residuos Peligrosos	Eliminación en vertedero de Residuos Peligrosos
Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas	160504*	Planta de Tratamiento en vertedero de Residuos Peligrosos	Eliminación en vertedero de Residuos Peligrosos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

11 ESTIMACIÓN DE CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR

A continuación, se justifican y cuantifican las cantidades de residuos que se van a generar debido a la obra correspondiente al presente proyecto.

11.1 TIERRAS Y PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN

En esta partida se cuantifican los residuos con código LER 170504, Excedentes de excavación (tierras y piedras que NO contienen sustancias peligrosas).

11.1.1 TRAMOS SUBTERRÁNEOS

Las tierras de excavación que se van a generar serán las que provienen de la excavación para las canalizaciones y las arquetas de comunicaciones de los tramos subterráneos.

En los siguientes subapartados se calcula el volumen de excavación correspondiente a los elementos mencionados anteriormente, y finalmente se calcula el peso total de los residuos de excavación correspondientes a los tramos subterráneos.

11.1.1.1 Zanjas

El volumen de excavación debido a la construcción de las zanjas se calcula conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 7. Tierras y pétreos procedentes de excavación – Tramos subterráneos - Zanjas

Concepto	Valor	Unidad
Longitud de la traza de Canalización	2.433,00	m
Anchura de la Canalización	0,65	m
Profundidad de la Canalización	1,10	m
Coeficiente de mayoración	1,50	
Volumen de excavación de la Canalización	2.609,40	m^3

11.1.1.2 Arquetas

El volumen de excavación debido a la construcción de las arquetas se calcula conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 8. Tierras y pétreos procedentes de excavación – Tramos subterráneos – Arquetas

Concepto	Valor	Unidad
Longitud de la arqueta	1,75	m
Anchura de la arqueta	1,20	m
Profundidad de la arqueta	1,20	m
Coeficiente de mayoración	1,20	
Unidades	21,00	
Volumen de excavación de las arquetas	63,50	m^3

11.1.1.3 Volumen y peso de residuos de excavación debidos a línea subterránea

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

En la siguiente tabla se detalla el cálculo del peso en toneladas correspondiente a los residuos de excedentes de excavación debidos a la construcción de tramos subterráneos de la línea proyectada:

Tabla 9. Tierras y pétreos procedentes de excavación – Tramos subterráneos – Residuos de excavación

Concepto	Valor	Unidad
Volumen de excavación correspondiente a tramos subterráneos	2.672,90	m^3
Reutilización en obra	0,50	%
Volumen de residuos de excavación reutilizado	1.336,50	m^3
Volumen de residuos de excavación gestionado como residuo (previo a esponjamiento)	1.336,40	m^3
Esponjamiento	1,30	
Volumen total de residuos de excavación gestionado como residuo	1.737,30	m^3
Densidad	1,80	t/m^3
Peso total	3.127,10	t

11.2 HORMIGÓN

En esta partida se cuantifican los residuos con código LER 170101, Restos de hormigón.

Este tipo de residuos se genera debido al hormigón sobrante de la construcción de las nuevas cimentaciones y zanja subterránea.

11.2.1 TRAMOS SUBTERRÁNEOS

Los restos de hormigón que se van a generar serán los que provienen del hormigonado de las canalizaciones de los tramos subterráneos.

En los siguientes subapartados se calcula el volumen de hormigón correspondiente a los elementos mencionados anteriormente, y finalmente se calcula el peso total de los residuos de hormigón correspondientes a los tramos subterráneos.

11.2.1.1 Zanjas

El volumen de hormigonado debido a la construcción de las zanjas se calcula conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 10. Hormigón – Tramos subterráneos - Zanjas

Concepto	Valor	Unidad
Longitud de la traza de Canalización	2.433,00	m
Anchura del prisma de hormigón en la Canalización	0,65	m
Altura del prisma de hormigón en la Canalización	0,65	m
Coeficiente de minoración	0,80	
Volumen de hormigonado de la Canalización	822,40	m^3

11.2.1.2 *Volumen y peso de residuos de hormigón debidos a línea subterránea*

En la siguiente tabla se detalla el cálculo del peso en toneladas correspondiente a los residuos de hormigón debidos a la construcción de tramos subterráneos de la línea proyectada:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Tabla 11. Hormigón – Tramos subterráneos - Residuos de hormigonado

Concepto	Valor	Unidad
Volumen de hormigonado correspondiente a tramos subterráneos	822,40	m^3
Porcentaje de residuo de hormigón	0,02	%
Volumen de hormigón gestionado como residuo (previo a esponjamiento)	16,45	m^3
Esponjamiento estimado para hormigón	1,75	m^3
Volumen total de residuos de hormigón gestionado como residuo	28,80	m^3
Densidad estimada para hormigón	2,50	t/m^3
Peso total de residuos de hormigón	72,00	t

11.3 PLÁSTICOS

En esta partida se cuantifican los residuos con código LER 170203, Plásticos (envases y embalajes).

11.3.1 TRAMOS SUBTERRÁNEOS

Se generarán restos de tubos de polietileno para las canalizaciones que se utilizan para el tendido de los cables de potencia y de comunicaciones en las zanjas.

Se calculan conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 12. Residuos – Plásticos – Tramos subterráneos

Concepto	Valor	Unidad
Longitud de la traza de Zanja	2.433,00	m
Radio del tubo de cables de potencia	250,00	mm
Número de tubos para cables de potencia	3,00	
Radio del tubo de cables de comunicación	40,00	mm
Número de tubos para cables de comunicación	2,00	
Volumen de tubos	364,40	m^3
Porcentaje de residuo de plástico	0,01	
Volumen de plástico gestionados como residuos (previo a esponjamiento)	3,60	m^3
Esponjamiento estimado para residuos de plástico	1,50	
Volumen total de residuos de plástico	3,70	m^3
Densidad estimada para residuos de plástico	0,29	t/m^3
Peso total de residuos de plástico	1,10	t

11.4 PAPEL Y CARTÓN

En esta partida se cuantifican los residuos con código LER 200101, Papel y cartón.

Incluye los restos de oficina, restos de cajas de embalaje, sacos de cemento, etcétera. Se calculan conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 13. Residuos – Papel y carón

Concepto	Valor	Unidad
Volumen de restos de papel y cartón*	12,20	m^3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 8021929
VISADO

Concepto	Valor	Unidad
Densidad estimada para papel y cartón	0,05	t/m^3
Peso total de residuos de papel y cartón	0,70	t

*Estimado 5 m^3 por km de línea

11.5 MADERA

En esta partida se cuantifican los residuos con código LER 170201, Maderas.

Este tipo de residuos se genera debido a los restos de corte o de encofrado, y se calculan conforme a lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 14. Residuos - Maderas

Concepto	Valor	Unidad
Volumen de restos de madera (estimado)	10	m^3
Esponjamiento estimado para madera	2	
Volumen total de restos de madera	20	m^3
Densidad estimada para madera	0,015	t/m^3
Peso total de residuos de madera	0,3	t

11.6 CHATARRAS METÁLICAS

En esta partida se cuantifican, fundamentalmente, los residuos con código LER 170405, Hierro y acero.

Se producirán restos por despuntes de ferralla, tornillos, y otros procedentes de labores normales de obra. Este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización.

En la siguiente tabla se detalla los bidones necesarios para este tipo de residuo:

Tabla 15. Residuos – Chatarras metálicas

TIPO DE RESIDUOS	CÓDIGO LER	N.º de bidones (200 litros por bidón)
Hierro y acero	170405*	1

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

11.7 RESIDUOS PELIGROSOS

Se generará una mínima cantidad de residuos peligrosos necesarios durante las labores normales de obra. Se segregarán según su naturaleza.

En la siguiente tabla se detalla los bidones necesarios para cada tipo de residuo:

Tabla 16. Residuos – Residuos no peligrosos

TIPO DE RESIDUOS	CÓDIGO LER	N.º de bidones (200 litros por bidón)
Trapos impregnados [Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas]	150202*	1
Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	170503*	1
Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa (por ejemplo, amianto)	150110*/150111*	1

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

12 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

12.1 TOTAL DE RESIDUOS A GESTIONAR

En la siguiente tabla se resume el total de residuos a gestionar según su naturaleza, conforme a los cálculos detallados en el apartado anterior:

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUOS	Volumen (m^3)	Peso (t)	Bidones (N.º)
170101	Restos de hormigón	822,40	72,00	
170201	Maderas	10,00	0,30	
170203	Plásticos (envases y embalajes)	3,70	1,10	
170405/170407/ 170401/170402	Chatarras metálicas			1
170504	Excedentes de excavación	2.672,90	3.127,10	
200101	Papel y cartón	12,20	0,70	
150202*	Trapos impregnados			1
170503*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas			1
150110*/150111*	Envases metálicos que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa			1

12.2 COSTES UNITARIOS

A continuación, se muestra una tabla con el coste unitario de los distintos tipos de almacenamiento de residuos que se consideran para la obra de la línea objeto del presente proyecto. Estos precios incluyen alquiler, transporte, tasas y gestión:

Tabla 17. Costes Unitarios

Concepto	Precio unitario (€)	Unidad
1 saca de 1 m^3	50 €	50 €/m^3
1 bidón de 1 m^3	100 €	100 €/m^3
1 contenedor de media capacidad (5 – 10 m^3), normalmente de 7 m^3	200 €	30 €/m^3
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m^3)	300 €	25 €/m^3
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	70 €	8 €/m^3
1 carga de camión de transporte de hasta 25 t	100 €	5 €/m^3
1 bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100 €	500€/m^3

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

12.3 PRESUPUESTOS PARCIALES

A continuación, se muestra una tabla con el presupuesto parcial correspondiente a los distintos tipos residuos que se consideran para la obra de la línea objeto del presente proyecto.

Tabla 18. Presupuestos parciales

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUOS	Tipo de almacenamiento	Precio unitario (€)	Unidades de almacenamiento	Precio total (€)
170101	Restos de hormigón	Camión de transporte de hasta 25 t	100 €	3	300 €
170201	Maderas	Contenedor de media capacidad (10 m^3)	200 €	1	200 €
170203	Plásticos (envases y embalajes)	Camión de transporte de hasta 10 t	70 €	1	70 €
170405/170407/170401/170402	Chatarras metálicas	Bidón de 1 m^3	100 €	1	100 €
170504	Excedentes de excavación	Camión de transporte de hasta 25 t	100 €	126	12.600 €
200101	Papel y cartón	Camión de transporte de hasta 10 t	70 €	2	140 €
150202*	Trapos impregnados	Bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100 €	1	100 €
170503*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	Bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100 €	1	100 €
150110*/150111*	Envases metálicos que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa	Bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100 €	1	100 €

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

12.4 PRESUPUESTO TOTAL

A continuación, se muestra una tabla con el presupuesto total correspondiente a la gestión de residuos de la obra correspondiente a la línea objeto del presente proyecto.

Tabla 19. Presupuestos totales

CÓDIGO LER	TIPO DE RESIDUOS	Precio Total (€)
170101	Restos de hormigón	300 €
170201	Maderas	200 €
170203	Plásticos (envases y embalajes)	70 €
170405/170407/ 170401/170402	Chatarras metálicas	100 €
170504	Excedentes de excavación	12.600 €
200101	Papel y cartón	140 €
150202*	Trapos impregnados	100 €
170503*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	100 €
150110*/150111*	Envases metálicos que contienen una matriz sólida y porosa peligrosa	100 €
TOTAL (€)		**13.710 €**

El presupuesto para la gestión de residuos del Proyecto de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda asciende a la cantidad de **TRECE MIL SETECIENTOS DIEZ EUROS (13.710 €).**

13 CONCLUSIÓN

Con lo expuesto en el presente documento, se consideran identificados y estimados los residuos generados durante la construcción de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, así como la valorización del coste previsto en la gestión de dichos residuos.

Madrid, julio de 2025

Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Francisco Luna Heredia

Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

DOCUMENTO Nº8: PLAN DE DESMANTELAMIENTO

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA A 13,2 kV CPM NENÚFAR BETULA - SET ARROYO DE LA ENCOMIENDA

Provincia de Valladolid

Comunidad Autónoma de Castilla y León

JULIO DE 2025

RIC ENERGY

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

Versión del Documento

Versión	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Comentarios
Ra0	A.N.	L.C.	F.L.	11/07/2025	Emisión Inicial

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

CONTENIDO

1 ANTECEDENTES 4
2 OBJETO 4
3 NORMATIVA 5
3.1 NORMAS DE APLICACIÓN 5
3.2 NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS 5
3.3 OBRA CIVIL 6
3.4 SEGURIDAD Y SALUD 6
3.5 MEDIO AMBIENTE 6
3.6 RELACIÓN DE NORMAS UNE APLICABLES AL PROYECTO 6
4 PETICIONARIO 11
5 EMPLAZAMIENTO 11
5.1 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS 12
6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA 12
6.1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES 12
7 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA 13
7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES 13
7.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO 14
8 DE LAS ACTUACIONES DE DESMANTELAMIENTO 23
8.1 ACTUACIONES PROYECTADAS 23
9 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DE RESTITUCIÓN 23
9.1 ACTUACIONES PROYECTADAS 23
10 PLAZO DE DESMANTELAMIENTO 24
11 MEDICIONES Y PRESUPUESTO 25
11.1 TRAMO SUBTERRÁNEO 25
11.2 PRESUPUESTO TOTAL DEL DESMANTELAMIENTO 27
12 CONCLUSIÓN 27

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0023929

1 ANTECEDENTES

En el marco del desarrollo de infraestructuras eléctricas necesarias para garantizar la distribución y suministro energético, NENUFAR POWER S.L., proyecta el diseño y la construcción de la planta FV Nenufar Zaratán con una capacidad de acceso concedida de 5 MW, así como de toda la infraestructura de evacuación necesaria para transportar la energía generada desde el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán hasta la SET Arroyo de la Encomienda, propiedad de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

En el Centro de Protección y Medida Nenúfar Betula Zaratán confluirá la energía generada por las plantas fotovoltaicas Nenúfar Zaratán y Betula Zaratán, cada una con una potencia instalada de 5,75 MW. La evacuación de la energía se realizará mediante dos circuitos independientes, destinándose uno para la planta Betula y otro para la planta Nenúfar.

La canalización de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV, denominada línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, estará compuesta por dos circuitos. Un circuito estará dedicado a la planta FV Nenúfar Zaratán, otro para la planta FV Betula Zaratán. Además, la canalización contará con dos tubos de reserva para futuras ampliaciones o necesidades de mantenimiento.

El estudio y diseño de las plantas fotovoltaicas, así como los circuitos de media tensión que unen los diferentes centros de transformación de las plantas fotovoltaicas, son objeto de otros proyectos.

La Planta Solar Fotovoltaica NENÚFAR ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta la SET Arroyo de la Encomienda, las cuales se ubican en los municipios de Simancas y Arroyo de la Encomienda (Valladolid), están siendo tramitadas ante el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Valladolid bajo el número de expediente FV-2540.

El pasado 10 de noviembre de 2023 se publicó en el Boletín Oficial de Castilla y León la Resolución de 31 de octubre de 2023 de la Delegación Territorial de Valladolid por la que se hace público el Informe de Impacto Ambiental de la Planta Solar Fotovoltaica NENÚFAR ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta la SET Arroyo de la Encomienda.

Posteriormente, el 26 de junio de 2024 se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid la Resolución del Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Valladolid, dictada por delegación, por la que se concede Autorización Administrativa Previa de la Planta Solar Fotovoltaica NENÚFAR ZARATÁN y su infraestructura de evacuación hasta la SET Arroyo de la Encomienda.

2 OBJETO

El presente Proyecto se redacta con la finalidad de servir de soporte técnico para la obtención de la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública, si ha lugar, de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV, denominada línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda en conformidad con el marco legislativo.

Asimismo, se busca obtener las autorizaciones que sean necesarias por parte de otras administraciones y organismos con competencias concurrentes, así como, en su caso,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021989

actualizar la documentación presentada con anterioridad ante dichos organismos.

Al efecto, el proyecto tiene en cuenta las normas que el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo recoge en 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 (en adelante Reglamento), conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el BOE nº68 de 19 de marzo de 2008), y demás normativa técnica aplicable.

Las características de la línea eléctrica se describen en los siguientes apartados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021989
VISADO

3 NORMATIVA

3.1 NORMAS DE APLICACIÓN

El presente documento, ha sido elaborado de acuerdo con el Real Decreto 223/2008 por el que se aprueban el Reglamento de sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Así mismo se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Recomendaciones UNESA (RU).
- Recomendaciones del IEEE.
- Recomendaciones de la CIGRE.

3.2 NORMATIVA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.
- Real Decreto 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.
- 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.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

3.3 OBRA CIVIL

- Eurocódigo 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2018
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos, como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición

3.4 SEGURIDAD Y SALUD

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la Ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las modificaciones que lo afectan.
- 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.

3.5 MEDIO AMBIENTE

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

3.6 RELACIÓN DE NORMAS UNE APLICABLES AL PROYECTO

A continuación, se describen la relación de normas UNE incluidas en la ITC-LAT 02 aplicables

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 001929

a este proyecto.

3.6.1 GENERALES

UNE-EN 60529:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE- EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE- EN 60060-1:2018	Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE- EN 62262:2002/A1:2022	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN IEC 60071-2:2024	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60228:2005 CORR:2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-60270:2002/A1:2016	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

UNE-EN 60909-0:2016	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

3.6.2 CABLES Y CONDUCTORES

UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades
UNE 21144-1-1:2012/1M:2015	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes."
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/21V1:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Cables que cruzan fuentes de calor externas
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 21192:1992/1M:2009"	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 211003-1:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
UNE 211003-1:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211003-2:2001/1M:2009	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6kV (Um= 7,2 kV) a 30 kV (Um=36 kV).
UNE 211435-1:2021	Guía para la elección de cables eléctricos para circuitos de distribución de energía eléctrica. Parte 1: Cables de tensión asignada igual a 0,6/1 kV.
UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

UNE 211620:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).
UNE-HD 620-9E:2012/1M:2022	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (Tipos 9E-1, 9E-3, 9E-4 y 9E-5).

3.6.3 ACCESORIOS PARA CABLES Y CONDUCTORES

UNE-EN 61442:2005	Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV)
UNE-HD 629.1 S3:2020	Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Accesorios para cables con aislamiento extruido.

3.6.4 APARAMENTA

UNE-EN 62271-103:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV
UNE-EN IEC 62271-104:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV
UNE-EN IEC 60282-1:2021	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
UNE-EN IEC 62271-100:2021 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)
UNE-EN IEC 62271-100:2021/A1:2024 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2024.)
UNE-EN IEC 62271-100:2021/AC:2022-09 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2022.)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

UNE-EN IEC 62271-100:2021/AC:2024-02 (Ratificada)	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en marzo de 2024.)
UNE-EN IEC 62271-102:2021	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN IEC 62271-102:2021/A1:2023	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

3.6.5 PARARRAYOS

UNE 21087-3:1995	Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos
UNE-EN 60099-4:2016	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN IEC 60099-5:2018 (Ratificada)	Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018).

4 PETICIONARIO

El titular y a la vez promotor del proyecto de ejecución de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, es:

NENUFAR POWER, SL. con C.I.F. B-05327903 y domicilio social en Calle Orense 34, Torre Norte, Planta 10, 28020 Madrid (Madrid).

- Teléfono de Contacto: 910 88 63 20
- E-mail de Contacto: notificaciones@ricenergy.es

5 EMPLAZAMIENTO

La línea eléctrica objeto del presente Proyecto se ubica en la provincia de Valladolid, Comunidad Autónoma de Castilla y León.

La localización de la línea se refleja en los planos de situación PV0067ILE13F001GRa0 y PV0067ILE13F002GRa0 de emplazamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en 0021929
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº

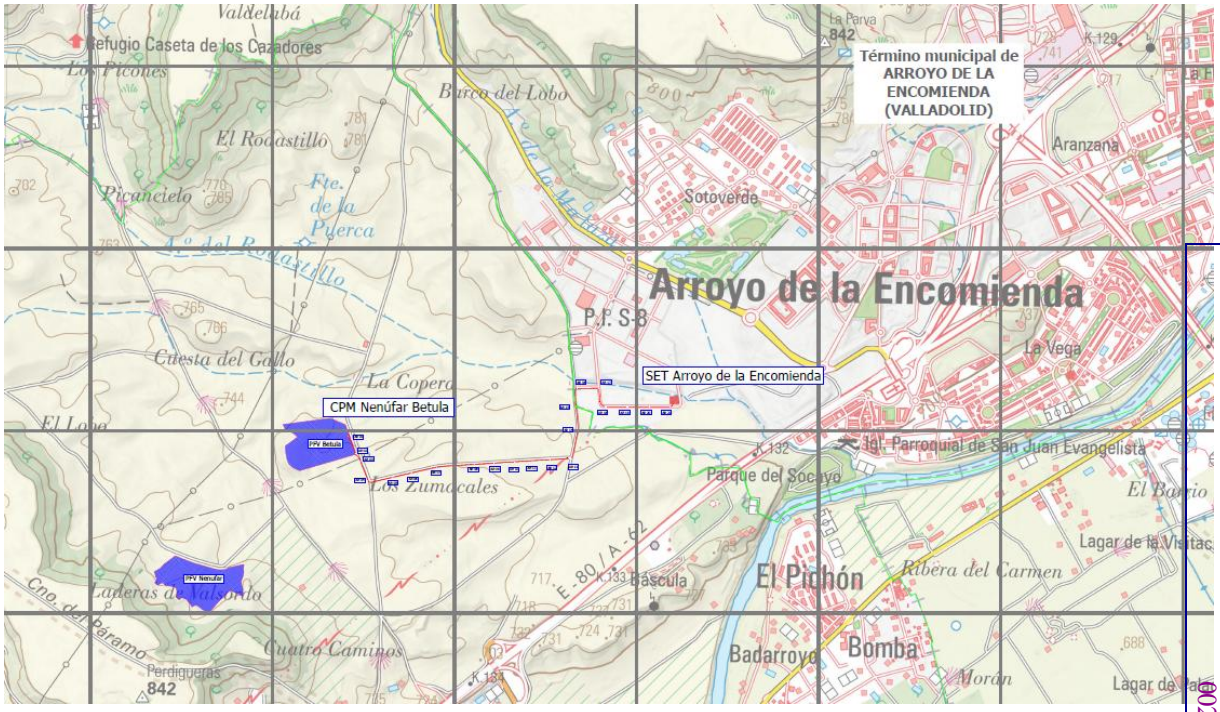


Ilustración 1. Situación de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

5.1 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Los terrenos donde se ubicará la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda se localizan en los términos municipales de:

- Simancas.
- Arroyo de la Encomienda.

Estos municipios están localizados en la provincia de Valladolid, correspondiente a la comunidad autónoma de Castilla y León.

6 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO DE LA LÍNEA

En el diseño del trazado previsto se han tenido en cuenta diversos factores clave, incluyendo la localización y disposición de las edificaciones existentes, las proyecciones de crecimiento y expansión de la población en la zona, la presencia de vías pecuarias, carreteras y otras infraestructuras viarias, así como la conservación de parajes naturales, ecosistemas sensibles y los accidentes geográficos que podrían influir en la viabilidad técnica y ambiental del proyecto.

La línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda, consta de una longitud total de 2.433 metros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

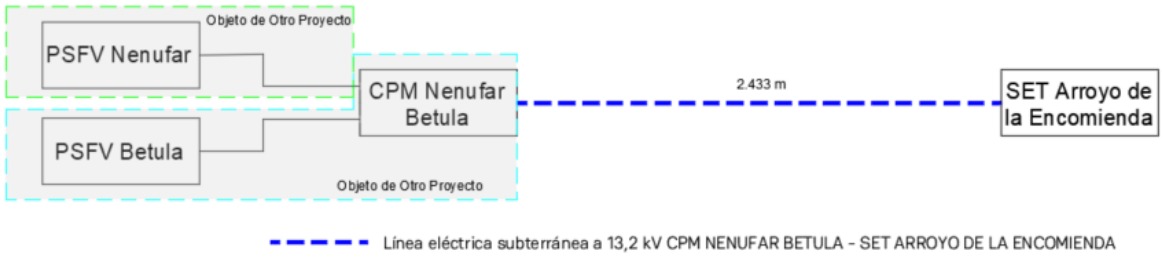


Ilustración 2. Esquema detallado de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula - SET Arroyo de la Encomienda

6.1 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES

A continuación, se muestran las coordenadas de los vértices que componen la línea eléctrica descrita:

Tabla 1. Coordenadas de los vértices

N.º Vértice	Coordenadas Vértices (ETRS89: HUSO 30)	
	X (m)	Y (m)
CPM Nenúfar Betula	347.419	4.607.971
SET Arroyo de la Encomienda	349.198	4.608.158

7 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características principales de los tramos son las siguientes:

Tabla 2. Características generales de la línea

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	13,2
Tensión más elevada de la red (kV)	17,5
Categoría de la línea	3ª
Categoría de la red	A
Tipología de la línea	Subterránea
Inicio subterráneo	CPM Nenúfar Betula
Final subterráneo	SET Arroyo de la Encomienda
N.º de circuitos	2
N.º de conductores por fase	1
Disposición de los cables	Tresbolillo
Tipo de canalización	Zanja bajo tubo hormigonada
Tipo de cable subterráneo	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Potencia máxima admisible (MVA)	8,42

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en 0021929
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº
VISADO

Potencia máxima a transportar (f.p. 0,9) (MVA)	6,37
Tipo de cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Conexión de pantallas	Solid Bonding
Longitud subterránea (km)	2,43

7.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

7.2.1 CABLE DE POTENCIA

Los cables de la línea proyectada serán unipolares con aislamiento seco. Las características de estos cables de potencia serán las siguientes:

Tabla 3. Datos del cable de potencia RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16

Designación	RHZ1-2OL 12/20kV 1x400/16
Material del conductor	Aluminio
Sección del conductor (mm²)	400
Diámetro nominal del conductor (mm)	23,40
Material del aislamiento	XLPE
Espesor del aislamiento (mm)	5,50
Pantalla metálica	Cobre
Sección de la pantalla (mm²)	16
Espesor de la cubierta (mm)	2,5
Diámetro nominal exterior [mm]	44,7
Peso aproximado [kg/m]	2,3
Resistencia eléctrica del conductor a 20ºC c.c. [Ω/km]	0,000078
Capacidad nominal [µF/km]	0,37885
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (ºC)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (ºC)	250
Tiempo de cortocircuito (s)	0,5

A continuación, se detallan las capas del cable tipo a utilizar:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 002192
VISADO

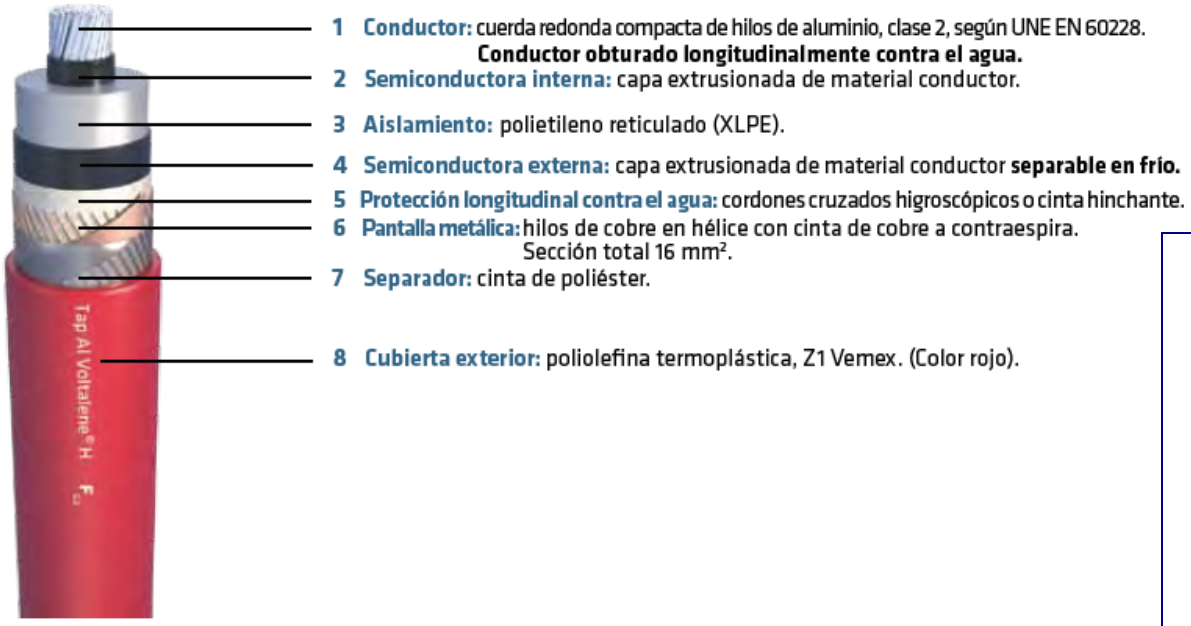


Ilustración 3. Capas cable de potencia subterráneo

7.2.2 CABLE DE COMUNICACIONES

La línea llevará un cable de comunicaciones por fibra óptica cuyas principales características son las siguientes:

Tabla 4. Datos del cable de comunicaciones subterráneo

Cable de comunicaciones	SM G657A 16FO
Diámetro exterior (mm)	≥10
Tracción máxima de trabajo (daN)	≤100
Radio mínimo de curvatura (mm)	≤100
Masa (kg/m)	≤0,034
Resistencia a la compresión (kg/cm)	≤10

7.2.3 CAJAS DE EMPALME

La continuidad de los cables de fibra óptica se realizará mediante la utilización de cajas de empalme para cables de fibra óptica. Éstas están constituidas por una envolvente de protección que garantice la estanqueidad y que alberga en su interior las bandejas organizadoras de fibras.

7.2.4 PUESTA A TIERRA

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento será Solid Bonding o sistema de conexión rígida a tierra, en este tipo de conexión de pantallas de los cables se conectan a tierra en ambos extremos de la línea.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a la tierra se mantengan próximas a cero. Las pantallas se conectarán entre sí y a tierra en los extremos de la línea subterránea. Para no superar las tensiones soportadas por la cubierta en líneas de gran longitud y elevada corriente de cortocircuito, es conveniente que en los puntos de empalme de los cables las pantallas se conecten entre sí y a tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021928

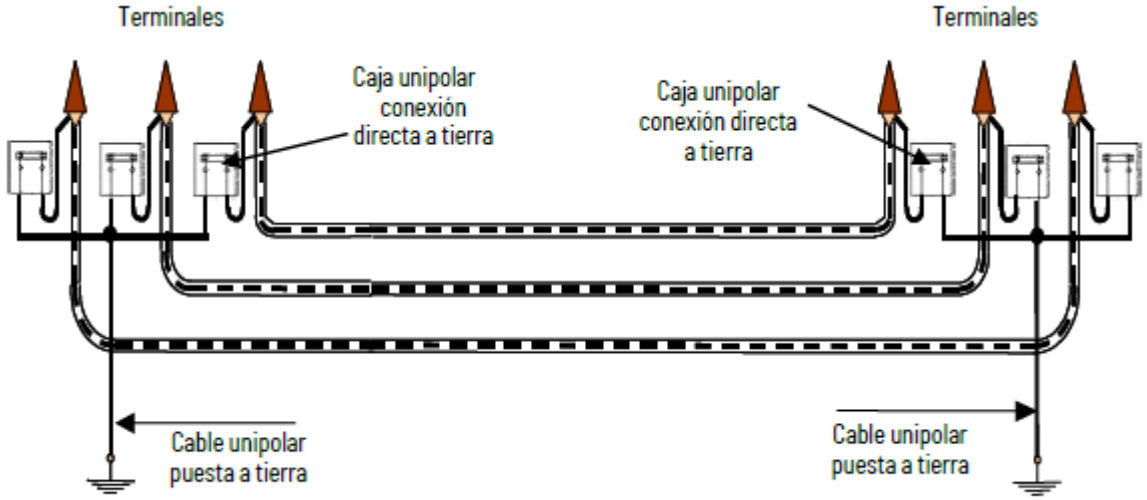


Ilustración 4. Esquema de puesta a tierra Solid bonding

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes en las pantallas en régimen permanente. La existencia de corrientes longitudinales por las pantallas produce un mayor incremento de pérdidas por efecto Joule que a su vez provocan un incremento de la temperatura en el cable con la consiguiente reducción de la intensidad admisible.

Como condiciones de instalación preferentes, se colocarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.
- En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

7.2.5 EMPALMES

Los empalmes serán premoldeados y probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario. Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en la sede electrónica del Colegio
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 90199
VISADO

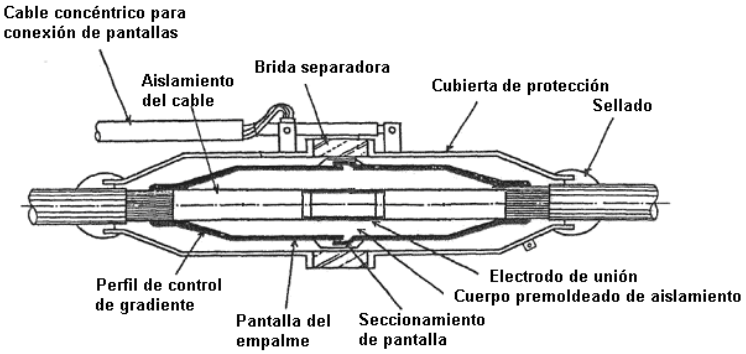


Ilustración 5. Detalle de un empalme premoldeado

7.2.5.1 *Composición*

La composición general de los empalmes para los cables unipolares de aislamiento seco será:

- Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
- Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.
- Cuerpo premoldeado de aislamiento.
- Conexión de los conductores y electrodo de unión.
- Accesorios y pequeño material.

7.2.5.2 *Características constructivas*

Los empalmes deberán ser diseñados y probados para cada cable aislado en particular. Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

- Tipo de construcción del cable.
- Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas).
- Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito).
- Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química).
- Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito.
- Gradiente máximo de campo eléctrico.
- Tipo de instalación a la que se destina.

7.2.5.3 *Cubierta de protección*

Protegerá el empalme, soportará los esfuerzos mecánicos y proporcionará estanqueidad total frente a la entrada de agua. En caso de empalme con separador de pantallas, la cubierta protectora deberá estar provista de una salida para el cable concéntrico de conexión de pantallas y una brida aislada separadora.

En la zona de unión con el cable dispondrá de protección mecánica adecuada para evitar daños causados por la transmisión de esfuerzos (tanto axiales como transversales) y garantizar la completa estanqueidad de la unión (barrera contra la penetración radial y longitudinal de agua).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

Como protección de la pantalla dentro de la carcasa exterior se emplearán materiales adecuados para evitar la entrada de agua, como relleno de material sellador anti-humedad, manguito retráctil, etc.

7.2.5.4 Pantalla de empalme

Permitirá la conexión de pantallas sin suponer una disminución de la sección efectiva de las mismas. Se dispondrá del adecuado perfil de control de gradiente. En caso de empalme con separador de pantallas, las pantallas y semiconductoras exteriores quedarán separadas mediante un anillo seccionador aislante.

7.2.5.5 Cuerpo premoldeado de aislamiento

El cuerpo premoldeado del empalme será preferentemente una única pieza formada por las siguientes capas:

- Capa semiconductora interna.
- Aislamiento XLPE.

7.2.5.6 Capa semiconductora externa

El material del cuerpo premoldeado será EDPM o goma de silicona realizado mediante vulcanización a alta temperatura.

El cuerpo premoldeado deberá estar ensayado completamente en fábrica.

7.2.5.7 Conexión de los conductores

Se realizará mediante conector metálico de compresión y electrodo de unión, con el objetivo de asegurar la misma capacidad de transporte y soportar los esfuerzos termomecánicos del cable.

7.2.5.8 Accesorios

Incluye todos los accesorios (cableado, petacas, etc.) y pequeño material (cinta, masillas, etc.) necesarios para la correcta confección del empalme.

7.2.6 TERMINALES

Las características técnicas de los terminales tipo Pfisterer son compatibles con el cable proyectado, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

Los terminales cumplen con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 6921929
VISADO

7.2.6.1 *Composición*

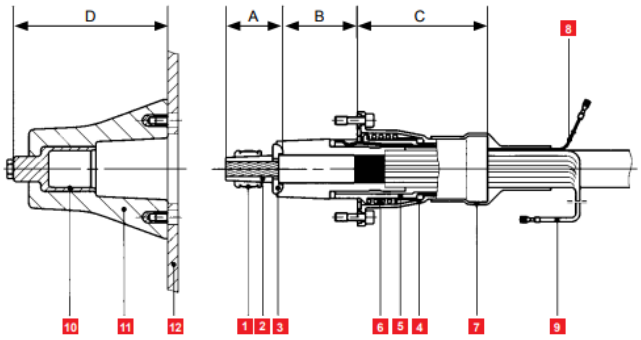


Ilustración 6. Detalle de un terminal

A: sistema de contacto.

- 1: anillo de contacto.
- 2: deflector de tensión.
- 3: pieza de presión.

B: aislamiento y control de campo.

C: carcasa.

- 4: brida de campana.
- 5: manguito de presión.
- 6: resorte de presión.
- 7: manguito termorretráctil.
- 8: cable de prueba.
- 9: pantalla del cable.

D: enchufe.

- 10: contacto hembra.
- 11: aislamiento.
- 12: carcasa.

7.2.7 OBRA CIVIL

7.2.7.1 *Canalizaciones*

Las canalizaciones de líneas subterráneas se proyectarán conforme a las siguientes consideraciones técnicas:

- Siempre que sea posible, se ejecutarán en terrenos de dominio público.
- Se priorizará un trazado rectilíneo, evitando ángulos pronunciados.
- El radio de curvatura mínimo de la canalización será de 50 veces el diámetro del tubo.
- Los cruces con infraestructuras existentes se diseñarán con la mayor perpendicularidad posible respecto a su eje.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En este tipo de canalización se instalarán tres cables de potencia por tubo, disponiendo las tres fases en configuración al tresbolillo. Los tubos serán independientes entre sí y deberán cumplir las siguientes especificaciones:

- Fabricación en polietileno de alta densidad (PEAD), rígidos, corrugados de doble pared (interna lisa y externa corrugada).
- Diámetro exterior de 250 mm.
- Diámetro interior no inferior a 1,5 veces el diámetro aparente del haz de conductores.

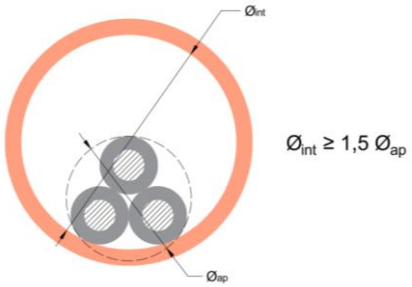


Ilustración 7. Relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del haz de cables

El procedimiento constructivo incluirá:

- Vertido de una capa de 50 mm de hormigón sobre el fondo de la excavación.
- Colocación de los tubos de polietileno alineados sobre la capa de hormigón.
- Se fijarán los tubos para evitar desplazamientos durante el vertido del hormigón HM-15, utilizando separadores si fuese necesario para mantener una distancia uniforme entre ellos.
- Relleno con tierra de la excavación, colocando una cinta de señalización de 200 mm de ancho por cada circuito a una profundidad de 200 mm, para advertir de la presencia de conductores de media tensión.
- Compactación mecánica del terreno con material de excavación hasta completar el relleno.

Para más detalles constructivos, las secciones tipo de las zanjas y la disposición de los elementos en la canalización subterránea, se muestran en el plano PV0067ILE13F004DRa0 Canalizaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

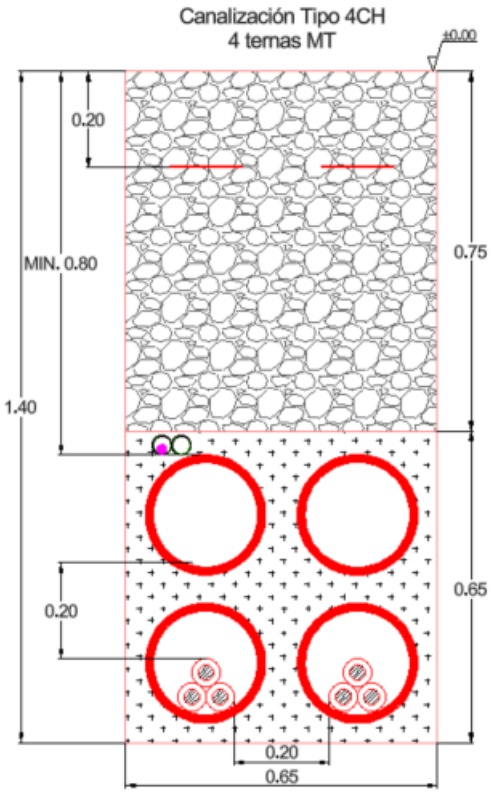


Ilustración 8. Detalle canalización

7.2.7.2 *Arquetas*

La instalación de arquetas con tapas registrables o ciegas se realizará a intervalos aproximados de 100 metros a lo largo de la línea. Asimismo, se dispondrán en los puntos donde se produzcan cambios bruscos de dirección, procurando evitar estos en la medida de lo posible.

Para evitar sobrepasar las tensiones de tiro establecidas en las normativas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, ya sean registrables, ciegas o calas de tiro, según lo requiera el trazado.

En cada arqueta, los tubos deberán situarse al menos 25 cm por encima del fondo, permitiendo así la colocación de rodillos durante las operaciones de tendido. Una vez instalado el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo, asegurando que el cable quede en la parte superior del tubo. La disposición de los tubos dentro de la arqueta deberá garantizar el máximo radio de curvatura posible.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena, sobre la cual se añadirá una capa de tierra cribada compactada, ajustando la altura del relleno según el acabado superficial requerido.

Las dimensiones de las arquetas se especifican en el plano PV0067ILE13F005GRa0 Arquetas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

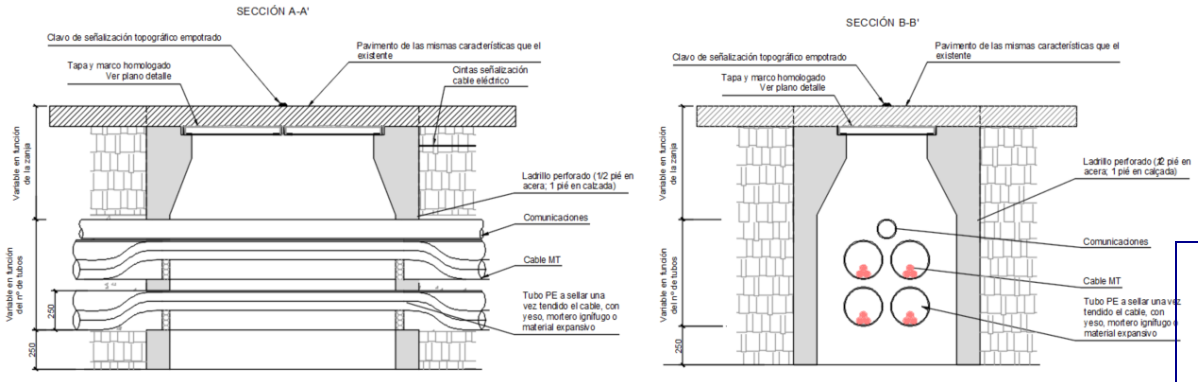


Ilustración 9. Detalle arqueta registrable

En la siguiente tabla se identifican y enumeran las arquetas existentes y se reflejan sus coordenadas.

Tabla 5. Situación y coordenadas de las arquetas

N.º Arqueta	Coordenadas Vértices (ETRS89: HUSO 30)		Localización	
	X (m)	Y (m)	Municipio	Provincia
AR 01	347.416	4.607.970	Simancas	Valladolid
AR 02	347.456	4.607.873	Simancas	Valladolid
AR 03	347.483	4.607.834	Simancas	Valladolid
AR 04	347.523	4.607.727	Simancas	Valladolid
AR 05	347.661	4.607.745	Simancas	Valladolid
AR 06	347.763	4.607.769	Simancas	Valladolid
AR 07	347.900	4.607.800	Simancas	Valladolid
AR 08	348.108	4.607.816	Simancas	Valladolid
AR 09	348.217	4.607.822	Simancas	Valladolid
AR 10	348.327	4.607.830	Simancas	Valladolid
AR 11	348.427	4.607.836	Simancas	Valladolid
AR 12	348.527	4.607.841	Simancas	Valladolid
AR 13	348.634	4.607.849	Simancas	Valladolid
AR 14	348.675	4.607.995	Simancas	Valladolid
AR 15	348.666	4.608.136	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 16	348.674	4.608.232	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 17	348.791	4.608.233	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 18	348.830	4.608.132	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 19	348.950	4.608.132	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 20	349.070	4.608.131	Arroyo de la Encomienda	Valladolid
AR 21	349.183	4.608.131	Arroyo de la Encomienda	Valladolid

7.2.8 SEÑALIZACIÓN

En los tramos intermedios y en los puntos extremos de la instalación, se identificarán todos los cables tanto por circuito como por fase.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

En el exterior se colocarán hitos y/o placas de señalización a una distancia máxima de 50 metros. Se señalizarán también los cambios de sentido del trazado, (inicio, final de la curva y el punto medio). En las placas de identificación se troquelará la tensión del cable y la distancia a la que discurre la zanja y su profundidad.

8 DE LAS ACTUACIONES DE DESMANTELAMIENTO

8.1 ACTUACIONES PROYECTADAS

La prelación de actuaciones de desmantelamiento a desarrollar en este proyecto de desmantelamiento y restitución son las siguientes para el tramo subterráneo:

- Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma.
- Demolición y recogida del hormigón de la zanja y de las cámaras de empalme
- Desmontaje y recogida de los cables y del cable de tierra.
- Desmontaje y recogida de los tubos y separadores.
- Desmontaje y recogida de las puestas a tierra y empalmes.

La prelación de actuaciones de desmantelamiento a desarrollar en este proyecto de desmantelamiento y restitución son las siguientes para el tramo aéreo:

- Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma.
- Desmontaje y recogida de los conductores y del cable de tierra.
- Desmontaje de las cadenas de amarre y suspensión de los apoyos.
- Desmontaje y arriado de los tramos de los apoyos.
- Demolición de las cimentaciones hasta la profundidad de un metro.

9 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES DE RESTITUCIÓN

9.1 ACTUACIONES PROYECTADAS

La prelación de actuaciones de restitución (una vez desmantelada la línea) son las siguientes:

- Relleno de los huecos de las cimentaciones y canalizaciones con una capa de tierra vegetal de 100 cm.
- Restitución para el uso agrícola tradicional o, en su caso, plantaciones de especies autóctonas.

La tierra vegetal que se emplee debe ser la extraída originalmente en las tierras de cultivo colindantes, y en caso de esta no pueda ser recuperada, se extraerá de obras cercanas donde esta tierra vegetal sea un excedente o se obtendrá de viveros. Se ha presupuestado como si se obtuviera de viveros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929

La extensión se realizará por tongadas evitando en lo posible la compactación de la tierra vegetal, pero evitando a su vez la existencia de oquedades en el perfil del suelo y que tras el asentamiento del material se produzca la subsidencia de los materiales de relleno quedando la franja restituida a un nivel inferior que el terreno natural.

9.1.1 PLANTACIONES

Para las plantaciones se ha tomado como criterio que sólo se planteará en aquellas superficies que actualmente tengan vegetación natural (matorral) ya que el resto de las áreas volverán a tener el uso agrícola actual por lo que no se realizarán plantaciones.

Para las plantaciones existe un factor limitante de gran importancia de cara a las plantaciones que es el mismo viento que puede producir daños en las mismas. De esta manera se procederá a plantar plantas de pequeño tamaño que soporten los avatares del viento.

Se seguirán las indicaciones del organismo competente respecto al número de plantaciones a realizar y las especies vegetales a plantar.

9.1.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

Estará prohibido el vertido o abandono de cualquier tipo de residuo en el área de desmantelamiento debiendo gestionarse en función de sus características cada uno de ellos.

Se procederá a la clasificación de los residuos producidos inicialmente en peligrosos y no peligrosos:

- Los residuos peligrosos serán gestionados con un gestor autorizado específico para cada tipo de residuos. No se prevé, por las características de las obras, la producción de este tipo de residuos.
- Los residuos no peligrosos deberán ser reutilizados o llevados a un reciclador, y en último caso irán al vertedero autorizado. Lo que se prevé que se produzcan son esencialmente cableados, chatarra y escombros.
- Como norma general, una vez desmantelada y restituida la línea no deben aparecer restos en el entorno de la zona de actuación.

10 PLAZO DE DESMANTELAMIENTO

El plazo estimado para el desmantelamiento y restitución de la línea será de 6 semanas.

ACTIVIDAD	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS CONDUCTORES																														
DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS APOYOS																														
ELIMINACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES																														
RESTAURACIÓN AMBIENTAL FINAL																														

Ilustración 10. Plazo de Desmantelamiento y Restitución de la Línea

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC en https://sede.electronica.madrid.org
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 00021929
VISADO

11 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

11.1 TRAMO SUBTERRÁNEO

11.1.1 DESMANTELAMIENTO DEL TRAMO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

Tabla 6. Desmontaje del tramo subterráneo de la línea

Descripción	Unidades	Precio Unidad (€)	Medición	Importe (€)
Desenganche de Línea y Puesta a Tierra de Toma de Corriente • Desconexión eléctrica de la línea. Puesta a tierra y comprobación de ausencia de tensión en la misma.	Pda.	1.200,00 €	2	2.400,00 €
Desmontaje y Recogida de Cables de Línea (*) • Desmontaje de la línea por metro lineal de canalización. Recogida de cables de circuito, línea de tierra, conductor de fibra y tubos de canalización, incluso retirada a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado de todos los elementos retirado • Los metros de línea a desmontar han sido medidos en planta, sin tener en cuenta las variaciones de longitud en el perfil.	m	17,15 €	2.433,00	41.725,95 €
Desmantelamiento de terminales y sistema de puesta a tierra • Desmontaje de terminales interiores y cajas unipolares y tripolares de puesta a tierra, retirada de componentes a reutilizador, reciclador o vertedero autorizado.	Ud	471,24 €	4	1.884,96 €
TOTAL				**46.010,91 €**

(*) Se incluyen las subidas y bajadas a los terminales

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

11.1.2 OBRA CIVIL PARA EL TRAMO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

Tabla 7. Obra civil del tramo subterráneo de la línea

Descripción	Unidades	Precio Unidad (€)	Medición	Importe (€)
Reapertura de zanjas • Apertura de zanja de simple circuito en cualquier tipo de terreno, con las dimensiones indicadas, tapado y compactado.	m	14,21 €	2.433,00	34.572,93 €
Cierre de zanjas • Carga, transporte, relleno y extendido de tierra vegetal en la zanja para restituir el terreno de forma adecuada y facilitar el desarrollo de la flora local.	m	18,77 €	2.433,00	45.667,41 €
TOTAL				**80.240,34 €**

11.1.3 PRESUPUESTO TOTAL DE DESMANTELAMIENTO DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

Tabla 8. Cantidades umbrales de los RCD

Descripción		Importe (€)
Tramo Subterráneo	Desmontaje de Línea	46.010,91 €
	Obra Civil	80.240,34 €
TOTAL		**126.251,25 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929
VISADO

11.2 PRESUPUESTO TOTAL DEL DESMANTELAMIENTO

Descripción		Importe (€)
Tramo Subterráneo	Desmontaje de Línea	46.010,91 €
	Obra Civil	80.240,34 €
	TOTAL SUBTERRÁNEO	126.251,25 €
TOTAL LÍNEA		126.251,25 €

El presupuesto para el desmantelamiento de la línea eléctrica subterránea a 13,2 kV CPM Nenúfar Betula – SET Arroyo de la Encomienda asciende a la cantidad de **CIENTO VENTISEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS CON VENTICINCO CÉNTIMOS (126.251,25 €).**

12 CONCLUSIÓN

Con lo expuesto en los documentos que integran el presente proyecto, creemos suficientemente definidas las obras a realizar que se incluyen en él.

Por tanto, se somete a consideración de la autoridad competente en materia de energía de la Administración correspondiente para su aprobación.

Madrid, julio de 2025

Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Francisco Luna Heredia

Colegiado N.º 21.929 del COGITIM

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2507554/01 el día 21/07/2025. Puede validar el documento FV13124998-74AFC
FRANCISCO JOSE LUNA HEREDIA, Colegiado nº 0021929