

PROYECTO EJECUCIÓN

JULIO  
2023

HIBRIDACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO EXISTENTE  
“PE EL RINCÓN” CON UNA PLANTA SOLAR  
FOTOVOLTAICA DENOMINADA “EL RINCÓN FV”  
7.215 kWp / 6.000 kWn  
Y LÍNEA SUBTERRÁNEA S/C 30 KV DE  
EVACUACIÓN



LOCALIZACIÓN: **T.M. PADIERNOS, NIHARRA**  
(ÁVILA)

Centro Geométrico de la instalación:

X = 341.259

Y = 4.495.529

TITULAR Y PROMOTOR:

Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.

**finerge**

C.I.F.: B-85263663

Dirección física y fiscal: Calle Quintanavides, 13, Edificio 3 - 3º Piso,  
28050, Madrid.

Persona de contacto: João Marques da Cruz

Tlf.: +34 667 768 496

Email: [bd-pd.spain@finerge.com](mailto:bd-pd.spain@finerge.com)

**Vita.** energy  
group

ASESORÍA E INGENIERÍA TÉCNICA

 **ARLUMI**  
RENOVABLES

Pol. Ind. Romica  
Avd. A, Parc. 33-A1, Pt 02  
Apdo. 5206 02080 Albacete  
Tlf.: 659 145 761  
<https://arlumirenovables.com/>  
[arlumi@arlumirenovables.com](mailto:arlumi@arlumirenovables.com)

## ÍNDICE GENERAL

- 1. MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 2. ANEXO**
  - 2.1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN
  - 2.2. CÁLCULOS GENERADOR FOTOVOLTAICO
  - 2.3. CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
  - 2.4. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA
  - 2.5. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS
  - 2.6. IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
  - 2.7. FICHAS TÉCNICAS. MÓDULOS
    - 2.7.1.FICHA TÉCNICA. MÓDULOS
    - 2.7.2.FICHA TÉCNICA. INVERSORES
- 3. PRESUPUESTO**
- 4. PLANOS**
- 5. PLIEGO DE CONDICIONES**
- 6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**Hoja de Control de Revisiones**

Revisión	Título Proyecto	Fecha	Nº identificación	Motivo
0	PROYECTO EJECUCIÓN. HIBRIDACIÓN DE UN PARQUE EÓLICO EXISTENTE "PE EL RINCÓN" CON UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DENOMINADA "EL RINCÓN FV" Y LÍNEA SUBTERRÁNEA S/C 30 KV DE EVACUACIÓN	julio 2023	<b>ESAV0000623611.1-0</b>	Documento inicial.

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

# DOCUMENTO Nº 1.

---

## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López



## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1	ANTECEDENTES	6
2	OBJETO	8
3	NORMATIVA	8
4	PROMOTOR DEL PROYECTO	11
5	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES	11
5.1	Descripción General	11
5.2	Consideraciones Urbanísticas	13
5.3	Producción Estimada	15
5.4	Obra Civil	15
5.5	Cableado	15
6	INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN	16
6.1	Conexión de la Planta Solar Fotovoltaica	18
6.2	Punto de Medida Oficial	18
6.3	Subestación no Transporte	18
6.4	Línea de no Transporte	19
6.5	Transformador no Transporte	19
7	BALANCE DE MATERIA	20
8	PROCESO PRODUCTIVO	21
9	IMPLANTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	22
9.1	Situación de las Instalaciones	22
9.1.1	Planta Fotovoltaica	22
9.2	Instalación eléctrica	24
9.2.1	Características Generales	24
9.2.2	Módulos Fotovoltaicos	24
9.2.3	Inversor	26
9.2.4	Tracker	28
9.2.5	Cableado Baja Tensión	30
9.2.6	Puesta a Tierra	34
9.2.7	Centro de transformación	35
9.2.8	Obra civil	45
9.2.9	Servicios complementarios	48

9.2.10	Medidas correctoras	55
10	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LÍNEA EVACUACIÓN 30 KV	56
10.1	Descripción General	56
10.2	Localización	56
10.3	Trazado	57
10.4	Relación de parcelas afectadas	58
10.5	Características de la instalación eléctrica	60
10.5.1	Descripción de la instalación.	60
10.5.2	Datos Generales.	60
10.5.3	Datos del conductor de fase.	61
10.5.4	Canalizaciones y zanjas	61
10.5.5	Arquetas	62
10.5.6	Empalmes	63
10.5.7	Conexión de Pantallas	63
10.5.8	Condiciones en Cruzamientos y Paralelismos de Líneas Subterráneas	64
10.6	Proximidades y paralelismos	67
11	PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO	70
12	CONCLUSIÓN	70

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.	Resumen instalación PFV.....	12
Tabla 2.	Distancias a Cerramientos y Vallados Nuevos.....	14
Tabla 3.	Distancia a Construcciones e Instalaciones - Afección a caminos y linderos. ....	14
Tabla 4.	Distancias a Cerramientos, Vallados, Construcciones e Instalaciones. ....	15
Tabla 5.	Coordenadas instalaciones proyecto.....	18
Tabla 6.	Características principales SET No Transporte. ....	18
Tabla 7.	Parcelas de la implantación. ....	22
Tabla 8.	Coordenadas UTM de la instalación. ....	23
Tabla 9.	Datos generales. ....	56
Tabla 10.	Conductor y canalizaciones. ....	57
Tabla 11.	Parcelas afectadas Línea MT.....	58
Tabla 14.	Ubicación de arquetas. ....	63

## ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1. Esquema de comunicaciones PPC Eólico - Fotovoltaico. ....	17
Imagen 2. Parcelas Implantación PFV. ....	22
Imagen 3. Dimensiones físicas del módulo. ....	25
Imagen 4. Inversor SUNGROW SG350HX. ....	27
Imagen 5. Esquema conexiones Inversor. ....	27
Imagen 6. Cable de corriente continua entre strings. ....	30
Imagen 7. Cable de Corriente Alterna entre el inversor y CGBT. ....	31
Imagen 8. Centro de Transformación. ....	36
Imagen 9. Esquema de comunicaciones general. ....	52
Imagen 10. Posición de la TCU (se puede alimentar de la red o puede ser autoalimentado) .	53
Imagen 11. Estación básica (NCU = Network Control Unit) ....	53
Imagen 12. Emplazamiento de las instalaciones. ....	57
Imagen 13. Parcelas afectadas Línea MT. ....	59
Imagen 14. Cable de Corriente Alterna de Media Tensión. ....	61
Imagen 15. Representación esquemática de una conexión solidly bonded. ....	63
Imagen 16. Distancias a canalizaciones de gas. ....	66
Imagen 17. Esquema distancias a canalizaciones de gas. ....	66
Imagen 18. Distancias a canalizaciones de gas en paralelismos. ....	69
Imagen 19. Esquema distancias a canalizaciones de gas en paralelismos. ....	69

## 1 ANTECEDENTES

El titular **EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.** sociedad del promotor **FINERGE**, se encuentran actualmente en el inicio de las tramitaciones pertinentes ante los organismos correspondientes para la obtención de las autorizaciones y licencias necesarias para la construcción de una instalación fotovoltaica y sus infraestructuras de evacuación.

En este caso se pretende realizar una Hibridación entre el parque Eólico “PE El Rincón” de potencia nominal 8 MW ubicado en el término municipal de Vadillo de la Sierra (Ávila) y la Planta Fotovoltaica “El Rincón FV” de 7,2 MWp / 6,0 MWn ubicada en el término municipal de Padiernos y Niharra (Ávila), que aparece en este proyecto.

La hibridación consiste en la generación de energía utilizando dos o más fuentes de energía diferentes de origen renovable y compartiendo un mismo punto de conexión. Aunque la suma de las potencias de las dos plantas de generación híbrida sea superior a la capacidad de evacuación, la energía inyectada nunca sobrepasará el límite concedido en el punto de conexión. De esta forma, una planta de generación híbrida puede servirse de la energía fotovoltaica cuando brille el Sol y de la energía eólica cuando no lo haya, garantizando así un suministro más estable y eficiente.

Esto hace que una de las principales ventajas de la hibridación de tecnologías renovables, sea un mayor factor de capacidad en el punto de acceso, gracias a la complementariedad de las curvas de carga de ambas tecnologías. Otra ventaja (evidente en este proyecto) es que el aprovechamiento de la infraestructura existente permite añadir potencia instalada con incrementos muy reducidos de interconexiones. También está la ventaja de la reducción de la imprevisibilidad asociada a las energías renovables ya que garantiza la potencia en el punto de suministro aun no existiendo o Sol o viento en un momento preciso, consiguiendo una mayor estabilidad en la energía suministrada en la red.

Conocidas las ventajas que ofrecen los proyectos de hibridación, se redacta el siguiente documento para proponer una instalación solar fotovoltaica para hibridación de un parque eólico existente y con punto de acceso y conexión ya concedido y en vigor.

Por todo ello, la nueva instalación cumplirá con los requisitos establecidos en el artículo 27.3 del Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre:

1. De acuerdo con lo previsto en el artículo 33.12 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, los titulares de instalaciones de generación de energía eléctrica con permisos de acceso y de conexión concedidos y en vigor, que hibriden dichas instalaciones mediante la incorporación a las mismas de módulos de generación de electricidad que utilicen fuentes de energía primaria renovable o mediante la incorporación de instalaciones de almacenamiento, podrán evacuar la energía eléctrica utilizando el mismo punto de conexión y la capacidad de acceso ya concedida.
2. A tal efecto, los titulares de dichos permisos deberán solicitar al gestor de la red pertinente la actualización de los permisos de acceso y de conexión. Esta solicitud no requerirá del otorgamiento de un nuevo permiso de acceso y conexión, y por tanto, no aplicará a la misma el criterio de prelación temporal recogido en el apartado primero del artículo 7. No obstante, en caso que se produjese el incumplimiento de los hitos a los que se refiere el artículo 1 del

Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, el gestor de la red y el titular de la red restituirán el permiso de acceso, y en su caso, el de conexión, a la situación original notificándose a la autoridad competente que procederá a la ejecución de las garantías a las que se refiere el apartado 6 de este artículo.

3. La hibridación en los términos previstos en este artículo podrá realizarse siempre que los titulares de los permisos de acceso y de conexión acrediten ante el gestor de la red que la instalación de generación de electricidad que resulte de la hibridación cumple los siguientes requisitos:
  - a. Respetar los criterios técnicos de acceso y conexión contemplados en la normativa correspondiente en vigor, y en particular con los que la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia establezca a tal efecto en la correspondiente circular.
  - b. No supone aumentar la capacidad de acceso otorgada en una cantidad tal que la instalación no pueda ser considerada la misma, de conformidad con lo previsto en la disposición adicional decimocuarta del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre.
  - c. Cumple con los requisitos técnicos que le sean de aplicación.
  - d. El titular de la misma ya dispone de un permiso de acceso y conexión en vigor para al menos uno de los módulos de generación de electricidad que compongan la instalación.
  - e. En ningún caso, la potencia instalada de la tecnología que tiene otorgados los permisos de acceso y de conexión podrá ser inferior al 40% de la capacidad de acceso otorgada en el permiso de acceso.
  - f. Cumple, en su caso, con los requisitos de medida definidos en el apartado 5 de este artículo.
  - g. Los nuevos módulos de generación de electricidad que se incorporan a la instalación cumplen con los requisitos de conexión establecidos en el Reglamento (UE) 2016/631, de 14 de abril de 2016, así como en la normativa que sirva para desarrollo o implementación del mismo.

Por otro lado, el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, establece que en el caso de que se realice una hibridación, a los efectos de los permisos de acceso y conexión, la instalación se considerará la misma siempre que se cumplan que no se ha modificado la ubicación geográfica de las instalaciones de generación cuando el centro geométrico de las instalaciones de generación planteadas inicialmente y finalmente, sin considerar las infraestructuras de evacuación, no difiere en más de 10.000 metros. En este caso el nuevo centro geométrico con la instalación solar fotovoltaica propuesta para hibridación del parque eólico existente, está a unos 4,30 km aproximadamente.

Se redacta el presente Proyecto de Ejecución, para solicitar las autorizaciones pertinentes y describir de forma suficientemente clara ante los organismos competentes la instalación de la Planta Fotovoltaica denominada **“EL RINCÓN FV”** de 7,2 MWp/ 6,0 MWn e infraestructuras de evacuación.

## 2 OBJETO

El objeto del presente Proyecto de Ejecución es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación de la Planta Fotovoltaica “**EL RINCÓN FV**” de 7,21 MWp/ 6,0 MWn y su línea subterránea S/C a 30 KV para la evacuación de la energía generada que se describe y justifica, reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa Previa y de Construcción, y Declaración de Utilidad Pública.

## 3 NORMATIVA

Serán de aplicación cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos Oficiales que guarden relación con las obras objeto de este Anteproyecto, con sus instalaciones complementarias, o con los trabajos necesarios para realizarlas. A tal fin, se incluye a continuación una relación no exhaustiva de la normativa técnica aplicable.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE núm. 310, de 27/12/2013).
- Autorización de Instalaciones Eléctricas aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, publicado en el B.O.E. de 31 de diciembre de 1.994.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico publicada en el B.O.E. número 285 el 28 de noviembre de 1.997.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. (BOE núm. 340, de 30/12/2020).
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. (BOE núm. 175, de 24/06/2020).
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red. (DOUE núm. 112, de 27/04/2016).
- Reglamentos Europeos de Conexión, especialmente el Reglamento (UE) 2016/631, el Reglamento (UE) 2016/1388 y el Reglamento (UE) 2016/1447, de aplicación en el Sistema Eléctrico Peninsular (SEP).
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Procedimientos de Operación del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Criterios Generales de Protección del Sistema Eléctrico Peninsular (SEP) y de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares (SENP).
- Reglamento Unificado de los Puntos de Medida.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.

- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 738/2015, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27/12/2000).
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos (BOE núm. 140, de 10/06/2014).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE núm. 224, de 18/09/2002).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE núm. 139, de 09/06/2014).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE núm. 68, de 19/03/2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE núm. 296, de 11/12/2013).
- REAL DECRETO 1110/2007 de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- REAL DECRETO 1699/2011, conexiones de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- REAL DECRETO 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico.
- REAL DECRETO 186/2016 sobre compatibilidad electromagnética.
- REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- DECRETO 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos y sus modificaciones posteriores (DECRETO 114/79 de 11 de enero, por el que se reestructura el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y REAL DECRETO 256/2016 de 10 de junio por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos RC-03).
- Pliego de instalaciones Técnicas para Instalaciones Solares Fotovoltáicas Conectadas a Red del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE).
- 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a

materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.

- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Reglamento Europeo de Productos de Construcción (UE) Nº 305/2011 por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, publicada en el B.O.E. número 269 el 10 de noviembre de 1.995.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.
- Orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico.
- Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- Archivos PLAU, PGOU o NN.SS. del municipio afectado.

También, se han aplicado las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD.

- NTE-IEP. Norma tecnológica del 13-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA:
  - ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
  - ✓ Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
  - ✓ Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

- ✓ Normas particulares de la compañía suministradora.
- Serán de aplicación las Normas Internas (NI), los requisitos de los Manuales Técnicos (MT), y los criterios de diseño de i-DE.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento de la presentación del Proyecto Constructivo.

#### 4 PROMOTOR DEL PROYECTO

La Sociedad promotora de la Instalación es:

**Denominación:** EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.

**C.I.F.:** B-85263663

**Dirección física y fiscal:** *Calle Quintanavides, 13, Edificio 3 - 3º Piso, 28050, Madrid.*

**Persona de contacto:** *João Marques da Cruz*

**Tlf.:** +34 667 768 496

**Email:** [bd-pd.spain@finerge.com](mailto:bd-pd.spain@finerge.com)

#### 5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

##### 5.1 Descripción General

La sociedad titular **EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.** sociedad del promotor **FINERGE**, pretenden construir una instalación Solar Fotovoltaica para hibridar con el PE "El Rincón" conectada a una Subestación Común mediante una línea subterránea de 30 KV.

A la Subestación Común, se conectan otras dos Instalaciones Solares Fotovoltaicas, inyectando la energía generada en una línea de 132 KV cercana perteneciente a **EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.** mediante un entronque.

La instalación fotovoltaica, del presente proyecto, está compuesta por 11.100 módulos de 650 Wp que forman un total de 7.215 kWp y se instalarán sobre tracker de un solo eje horizontal con disposición 1V con dos string de 30 módulos en serie.

Los string se conectarán a los MPPT de 18 inversores repartidos en la planta fotovoltaica. Estos realizarán la conversión de corriente continua a alterna (800 Vac) y tendrán una potencia de 350 KW nominales a 30°C, lo que supone una potencia instalada de 6,0MW. Cabe destacar que, en la Subestación Común, se instalará un equipo denominado **Power Plant Controller (PPC)** mediante el cual se controlará en todo momento la potencia generada por la planta, limitando la potencia en los inversores en caso de que estos excedan la potencia concedida en el punto de conexión, de tal forma que la potencia nominal de la planta es de 6.000.000 Wn y en ningún momento será posible inyectar a red una potencia superior.

Los inversores se protegerán a su salida mediante Fusibles Seccionadores de 300 A, empleando una unidad para cada línea. Estas protecciones se ubicarán en el Cuadro General de baja Tensión (CGBT), situado en el Centro de Transformación (CT). Las líneas de los inversores llegarán a dos CGBT, llegando a cada CGBT 12 líneas. Cada CGBT contiene también un interruptor General de 3.000 A. En paralelo a este CGBT se conecta un transformador seco de 50 kVA para el suministro del Cuadro de Servicios Auxiliares (CSSAA) de la instalación.

El CGBT estará unido al Transformador de Potencia del CT mediante los puentes de Baja Tensión, mediante conductores de cobre unipolares de 3x(14x240) mm<sup>2</sup> del tipo RZ1-K (AS) 0,6/1 KV, para una intensidad de 2.286 A.

El Centro de Transformador estará formado por dos Trafos de 3.300 kVA de potencia y una relación de transformación de 30/0,80 KV. El CT será un edificio prefabricado de hormigón en el que se alojarán las celdas de MT y los Trafos.

Del Centro de Transformación partirá una línea subterránea de MT en 30 KV hasta una celda ubicada en la Subestación Elevadora Común. Esta línea tendrá una longitud aproximada de 1.800 metros, siendo el conductor de cables unipolares aislados de 3x150 mm<sup>2</sup> con conductor de Aluminio de tensión asignada 18/30 KV RH5Z1-OL (S) + Al H16.

La medida se realizará en la Subestación Elevadora Común.

A modo de resumen, en la siguiente tabla se indican las principales características de la instalación:

*Tabla 1. Resumen instalación PFV*

<b>CONFIGURACIÓN PFV</b>		
POTENCIA PICO	7.215,00	kWp
POTENCIA INSTALADA (30º C)	6.336,00	kWp
POTENCIA CONCEDIDA	6.000,00 (Limitado)	kWn
RATIO DC/AC	1,20	-
SUP. VALLADO	13,33	Hectáreas
SUP. MÓDULOS	34.481	m <sup>2</sup>
<b>MÓDULO TRINA SOLAR TSM-DEG21C.20-650M</b>		
POTENCIA MÓDULO	650	W
MÓDULOS/STRINGS	30	Ud.
Nº MÓDULOS	11.100	Ud.
<b>INVERSOR SUNGROW SG350HX - 350KW</b>		
POTENCIA NOMINAL INVERSOR	350	KVA
POTENCIA INVERSOR (50º C)	295	KVA
POTENCIA INVERSOR (30º C)	352	KVA
Nº INVERSORES	18	Ud.
Nº STRINGS	370	Ud.
Nº TRACKERS INVERSOR	10,5 y 10	Ud.

Nº STRINGS/INVERSOR	21 y 20	Ud.
<b>TRACKER SCHLETTER</b>		
TIPO DE TRACKER	SEGUIDOR HORIZONTAL 1V	
MÓDULOS/TRACKER	60	Ud.
STRINGS/TRACKER	2	Ud.
Nº TOTAL DE TRACKERS	185	Ud.
PITCH	6,45	m.
<b>CENTRO TRANSFORMACIÓN</b>		
Nº UNIDADES	1	Ud.
POTENCIA	6.600	KVA
Nº TRANSFORMADORES	2	Ud.
POTENCIA TRANSFORMADOR	3.300	KVA

## 5.2 Consideraciones Urbanísticas

Para la implantación de la instalación solar se ha tenido en cuenta las distancias de separación a caminos, carreteras y linderos que establece el Decreto 22/2004 de 29 de enero por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León, la orden FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la instrucción técnica urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico, el texto consolidado a día 6 de Octubre de 2018 del Reglamento y la Ley de Carreteras y el Real Decreto 1955/200 sobre el sector eléctrico. Se tienen en cuenta las Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal de Padiernos y Niharra (NN.SS.) y las Normas Urbanísticas Municipales de Padiernos y Niharra (N.U.M.). De acuerdo con esta normativa se han respetado las siguientes distancias de seguridad:

### Art. 54 del Decreto 22/2004: Protección mínima de las vías públicas.

- Las construcciones e instalaciones de nueva planta, así como la ampliación de las existentes, e igualmente los cierres y vallados de fincas con materiales opacos de altura superior a 1,50 m, deben situarse a una distancia no inferior a 3,00 m desde el límite exterior de las carreteras, caminos, cañadas y demás vías públicas. Cuando dicho límite no esté definido, se situará a una distancia de 4,00 m desde el eje de las citadas vías.

### Artículo 4. Orden FOM/1079/2006: Condiciones Generales de la Instalación.

- No se exige parcela mínima, ni ocupación máxima que sea diferente a la regulación general.
- La distancia mínima a las parcelas colindantes será de 10 metros, y a los límites de dominio público de caminos, cauces hidráulicos o de otro tipo que carezcan de zonas de protección, será de 15 metros.
- Dichas distancias se medirán desde todo punto de ocupación posible de los paneles dispuestos en su inclinación más desfavorable, es decir horizontalmente sin ninguna inclinación del panel y con un posible ángulo de giro horizontal de 360 grados.
- Cuando la altura de los paneles sea inferior a 10 metros, no debe adoptarse ninguna medida adicional.

**Artículo 6.1 Texto refundido de la Ley de Aguas – Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.**

Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura, para uso público que se regulará reglamentariamente.
- b) A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.

**Artículo 6.2 Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, modificado por RD 606/2003 de 23 de mayo, modificado por RD 9/2008 de 11 enero.**

La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.
- b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

*Tabla 2. Distancias a Cerramientos y Vallados Nuevos.*

Cerramientos y Vallados Nuevos		
Normativa / Afección	Distancia a caminos	¿Cumplimiento?
Orden FOM/1079/2006	-	SI
RU CyL	3,00 m	SI
N.U.M. o NN.SS.	3,00 m	SI

*Tabla 3. Distancia a Construcciones e Instalaciones - Afección a caminos y linderos.*

Construcciones e Instalaciones - Afección a caminos y linderos			
Normativa / Afección	Distancia a caminos	Distancia a linderos	¿Cumplimiento?
Orden FOM/1079/2006	15,00 m	10,00 m	SI
RU CyL	3,00 m	-	SI
N.U.M. o NN.SS.	-	-	SI

Tabla 4. Distancias a Cerramientos, Vallados, Construcciones e Instalaciones.

Cerramientos, Vallados, Construcciones e Instalaciones			
Normativa / Afección	Zona de Servidumbre	Zona de policía	¿Cumplimiento?
Ley de Aguas	5,00 m	100,00 m	SI
RDPH	5,00 m	100,00 m	SI

### 5.3 Producción Estimada

Se utilizan los datos de irradiación sobre superficie horizontal en el lugar de emplazamiento de la Planta Fotovoltaica, siendo el siguiente resultado:

- Energía anual en plano Horizontal: 1.730,3 kWh/m<sup>2</sup> año
- Factor de Rendimiento (PR): 86,45 %
- Producción específica anual: 2.147 kWh/kWp/año
- Energía exportada a la red SIN solapamiento eólico: 15.493 MWh/año
- Energía exportada a la red CON solapamiento eólico: 13.768 MWh/año

### 5.4 Obra Civil

Para la construcción de la planta fotovoltaica se realizará la obra civil siguiente:

- Realización de vial interno con los requisitos mínimos necesarios para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento, vehículos de transporte, maquinaria pesada, etc.
- Construcción del cerramiento mediante malla cinética de 10x10.
- Hincado directo de los perfiles metálicos de las estructuras en el terreno.
- Realización de zanjas para los cables de potencia, control y antiintrusismo.
- Implantación del centro de transformación y centro comunicaciones.
- Cimentación de soportes para la ubicación de los equipos de antiintrusismo.
- Instalación de losa de hormigón armado para el Centro de transformación.
- Realización de zanja y tendido de conductores para la línea de MT de evacuación y conexionado.

### 5.5 Cableado

De acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.
- Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de DC tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte de AC para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.
- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos

de acuerdo a la normativa vigente.

- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

## 6 INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

La planta solar fotovoltaica evacuará su energía a través de línea de MT subterránea de tensión 30 kV hasta la nueva SET Elevadora 132/30 kV. De esta subestación elevadora evacuará el parque solar fotovoltaico entroncando en el Apoyo 52 de la línea de AT de 132 kV existente procedente del parque eólico objeto de la hibridación y propiedad de EÓLICA SIERRA DE ÁVILA SL (el promotor), con origen en la SET Cárcabas y destino en la SET Navalperal de 132 kV.

Para garantizar que la potencia que se inyecta del parque fotovoltaico en la conexión del Apoyo 52 no supere en todo momento la capacidad de acceso del parque eólico original, se implementará un Power Plant Controller en el SCADA de la SET Elevadora 132/30kV.

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA (Supervisor y Control and Data Acquisition) y el sistema de control de la planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas, diseñado para realizar las siguientes funciones desde la sala de control local o desde el centro de control. Dado que estamos ante una hibridación, la planta hibridada desde su PPC gestionará el PPC de la nueva planta fotovoltaica en un sistema MASTER\_SLAVE, esto es desde el parque eólico se controlará la planta fotovoltaica asociada de tal forma que la potencia entregada en el POI entre ambas nunca supere la potencia asignada previamente en ese POI al parque eólico.

Desde el punto de vista físico, para la comunicación de esos dos parques se empleará una apertura en la línea de Fibra Óptica en el Apoyo 52, que ya está instalada en la línea de evacuación original que parte de la SET Cárcabas hasta la SET Navalperal, quedando ambos parques conectados con la subestación de entrega.

Desde el punto de vista lógico, el SCADA de la nueva planta fotovoltaica gestionará la planta fotovoltaica, pero bajo los criterios de evacuación de potencia (activa y reactiva) que dicte el SCADA del parque eólico. Para ello se deberá modificar el SCADA del parque eólico dotándolo de capacidad de tele gestionar el SCADA del parque fotovoltaico.

A modo descriptivo el sistema SCADA de control y monitorización permite en términos generales:

- Supervisión y Control en tiempo real de la planta:
  - Arranque y parada de la planta.
  - Operación normal. Regulación de potencia activa y reactiva.
  - Control sobre los diferentes componentes y mandos.
- Monitorización de los parámetros de los diferentes componentes de la planta.
- Registro de las estaciones meteorológicas.
- Registro de los datos históricos.

- Notificación de alarmas, faltas, eventos y disparos.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario, tanto desde la ubicación del Proyecto como mediante un acceso remoto (i.e. a través de internet). Se realizaría mediante la fibra óptica instalada en la LAT existente. Para ellos usará el Protocolo IEC-60870-5-104 (u otro similar dependiendo de los requerimientos del centro de control). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

En la siguiente imagen se presenta el esquema de comunicaciones y control entre la planta fotovoltaica EL RINCÓN FV que hibrida al PE original a través del PPC. Esta coordinación permitirá controlar en todo momento que la capacidad que se inyecta en la red entre el parque fotovoltaico y el parque eólico no supera en ningún momento la capacidad de acceso concedida en el parque eólico original:

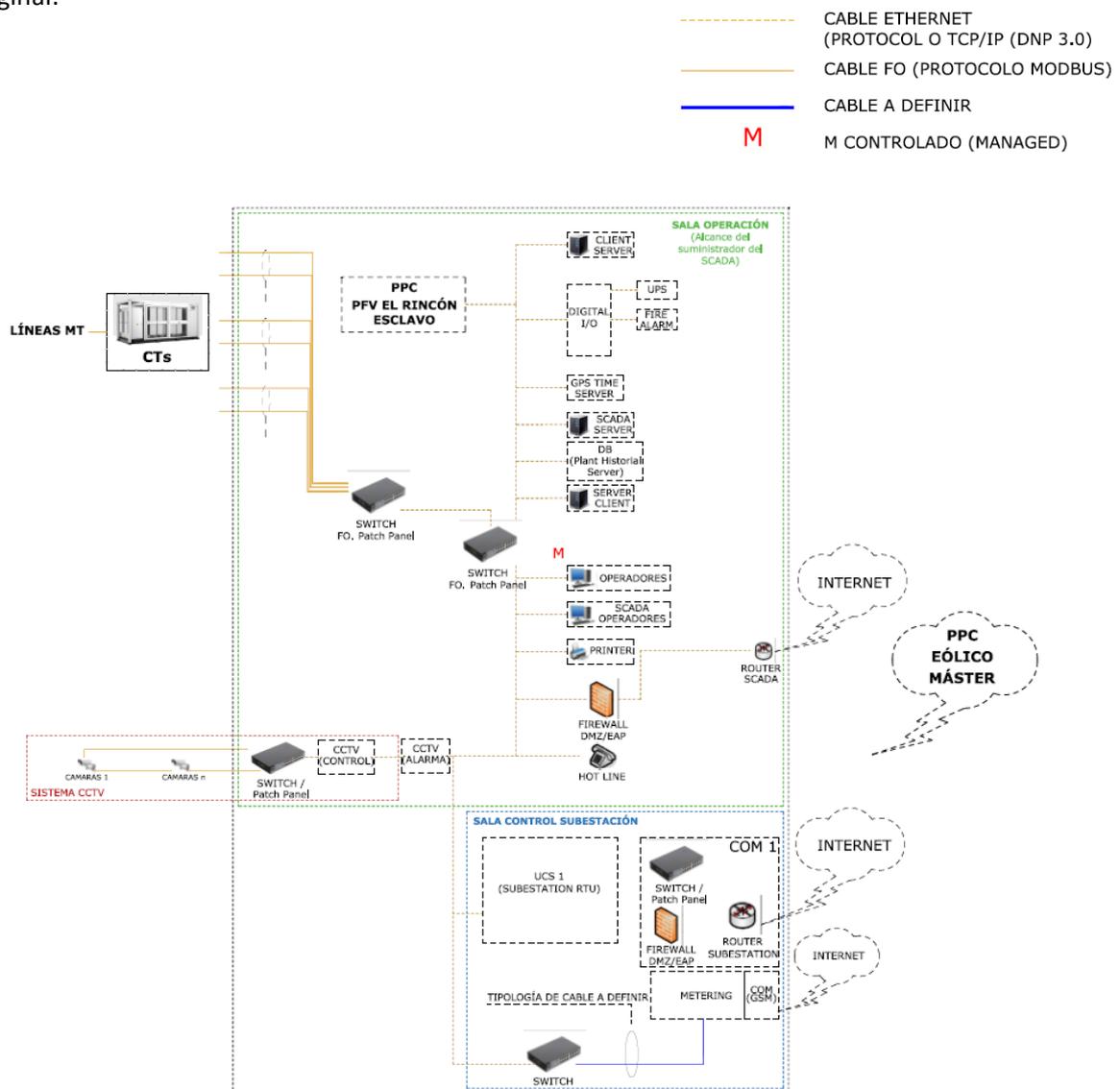


Imagen 1. Esquema de comunicaciones PPC Eólico - Fotovoltaico.

La evacuación del proyecto PLANTA FOTOVOLTAICA estará ubicada en la siguiente localización:

*Tabla 5. Coordenadas instalaciones proyecto.*

Coordenadas	UTM ETRS89 HUSO 30 T	
	X	Y
<b>SET Elevadora 132/30kV</b>	342.349,00	4.495.569,00
<b>Apoyo 52 Línea 132 kV SET-Cárcabas – SET Navalperal</b>	342.242,77	4.496.132,70
<b>Parque FV El Rincón</b>	341.259,00	4.495.529,00

El recorrido de la línea de evacuación subterránea de MT 30 kV de la planta solar fotovoltaica discurrirá hasta llegar a la SET Elevadora en planta.

El recorrido de la línea de evacuación desde SET Elevadora 132/30kV hasta el Apoyo 52 de la línea de evacuación aérea LAT Cárcabas 132 kV será de unos 650 metros.

La SET Cárcabas donde se realiza la hibridación de la planta solar fotovoltaica con el parque eólico El Rincón, tiene el permiso de acceso y conexión en la SET Lastras del Pozo 400 kV de REE.

### 6.1 Conexión de la Planta Solar Fotovoltaica

El punto de conexión de la Planta Solar Fotovoltaica se realizará en las barras de la Sala de Celdas 30 kV de la Subestación Elevadora ubicada en el polígono 19, en la parcela 406 del término municipal de Padiernos (Ávila) con referencia catastral 05176A019004060000WA. De esta SET se conecta con la LAT Cárcabas 132 kV en el Apoyo 52 de la propia línea.

### 6.2 Punto de Medida Oficial

El punto de medida oficial estará situado en la SET Elevadora 132/30kV, en la barra de 132 kV.

### 6.3 Subestación no Transporte

Las características principales de la subestación no transporten (SET Elevadora) se resumen en el cuadro siguiente:

*Tabla 6. Características principales SET No Transporte.*

<b>Número de niveles de tensión</b>	2
<b>Tensión</b>	30 / 132 kV
<b>Ejecución 132 kV</b>	Intemperie
<b>Ejecución 30 kV</b>	Interior sala de celdas

Todos los elementos de la SET se ubicarán en recinto vallado, en el que se situarán además de los sistemas de 132 kV y el nuevo edificio que alojará las celdas de 30 kV, así como los cuadros de control necesarios.

#### 6.4 Línea de no Transporte

La línea aérea de evacuación tendrá una longitud de 639,20 m, iniciándose en la SET Elevadora 132/30kV y finalizando en el Apoyo nº 52, perteneciente a la línea AT 132 kV SET Cárcabas – SET Navalperal.

La línea de evacuación tendrá las siguientes características:

- Tensión nominal: 132 kV
- Frecuencia: 50 Hz
- Capacidad máxima a transportar: 55 MW
- Longitud: 639,20 m
- Nº de circuitos: uno
- Configuración de fases: Tresbolillo
- Nº de conductores por fase: uno (Simplex)
- Nº de cable de tierra: uno
- Tipo: Aéreo: OPGW (fibra óptica)
- Nº de Apoyos: 4 unidades
- Tipo de apoyo: Metálicos de celosía de las series Teide o similar.
- Comienzo línea: SET Elevadora planta
- Final de línea: Apoyo 52 línea AT 132 kV  
SET Cárcabas – SET Navalperal.

Todos los tramos serán diseñados para una tensión de 132 kV, de acuerdo con la normativa vigente RLAT.

#### 6.5 Transformador no Transporte

La subestación eléctrica será de tipo intemperie y posee la siguiente configuración como mínimo para este proyecto de:

- Una posición intemperie de transformador de potencia 132/30 kV de 52/66 MVA, ONAN-ONAF, con regulación en carga, enlazando con las barras de 132 kV existentes.
- Un conjunto de celdas de 36 kV formado por celdas blindadas aisladas en SF6, con configuración de simple barra repartidas en 1 embarrado y relés de protección.
- Corriente de magnetización: 0,04 % In.
- Intensidad de cortocircuito: los interruptores y demás elementos de la subestación están preparados para soportar corrientes de corta duración de al menos 25 kA para la apartamiento de 30 kV y de 50 kA para la apartamiento de 132 kV.
- Relación de transformación:  $132 \pm 10 \times 1,5\% / 30$  kV.

- Grupo de conexión: YNd11
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Tensión de cortocircuito (Ucc): 12,5%

El transformador de regulación en carga dispondrá de tomas y de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansion.
- Indicador de nivel de aceite.
- Desecador de silicagel.
- Protección Buchholz.
- Termómetro.
- Válvula de alivio de sobrepresión.
- Tapón de vaciado y tomas de muestras.
- Válvulas de filtrado.
- Radiadores desmontables con válvulas de independización.
- Calzas aislantes.

## 7 BALANCE DE MATERIA

No se consume materia en la planta fotovoltaica únicamente se genera energía, evitando gases de efecto invernadero.

### Balance de energía

La planta fotovoltaica no consume energía, con lo cual evita emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

La energía solar fotovoltaica está dentro del selecto grupo de las llamadas “energías limpias”, ya que produce electricidad sin expulsar a la atmósfera gases de efecto invernadero.

### Cálculo de cantidad de CO<sub>2</sub> evitado anualmente

- Emisiones de CO<sub>2</sub> en la fabricación.

Se estima que una instalación de 1 kWp genera 2,06 tCO<sub>2</sub>, con lo cual, si nuestra instalación tiene 7.215 kWp, ésta generará en su fabricación **14.862,90 tCO<sub>2</sub>**.

Estas emisiones se reducirán cuando se apliquen medidas de reciclado de paneles. Según algunos autores, el reciclado podría reducirlas hasta en un 45%. Y por último se encuentran los adelantos tecnológicos en la producción de dichos paneles, los mismos adelantos que hicieron que entre mediados de los años noventa y la actualidad, el nivel de emisiones se haya reducido hasta en un 85%.

- Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas durante la vida útil de un panel (30 años).

El sistema eléctrico español ronda los **0,181 Kg/kWh** producido en el mix de centrales térmicas, según REE.

La generación de la planta es de aproximadamente 15.669 MWh/año, con ello la cantidad de CO<sub>2</sub> evitado mediante esta tecnología, es de:

**2.836 tCO<sub>2</sub>/año**

Vemos que en aproximadamente 5,24 años se consigue recuperar el CO<sub>2</sub> generado en la fabricación.

Durante la vida útil de la instalación (30 años) descontando las emisiones en la fabricación, tendremos:

**Toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas: 85.082 tCO<sub>2</sub>**

## **8 PROCESO PRODUCTIVO**

El principio de funcionamiento se basa en el efecto fotoeléctrico. Las células solares están formadas por dos capas de material semiconductor. Entre estas dos capas, una tipo "N" y otra tipo "P" se origina un campo eléctrico. La estructura cristalina y el campo eléctrico fuerzan a los electrones a circular en un determinado sentido, lo que origina la diferencia de potencial y por tanto la corriente eléctrica.

La energía procedente del sol se transforma directamente en energía eléctrica en las llamadas células solares o fotovoltaicas, constituidas por un material semiconductor, el silicio. Al incidir luz sobre estas células se origina una corriente eléctrica (efecto fotovoltaico).

Para obtener suficiente amperaje, se conectan varias de ellas en serie formando los llamados módulos o paneles fotovoltaicos. Estos a su vez se agrupan conectándolos en serie en cadenas llamadas strings.

Los strings transportan la energía producida en los paneles hasta los inversores.

En los inversores se convierte la corriente de continua a alterna trifásica y posteriormente mediante un transformador se eleva la tensión hasta el nivel de media tensión de la instalación, en este caso a 30 kV.

Para colocar los paneles solares se ha optado por estructuras seguidoras a un eje horizontal mediante las cuales se variará la orientación de los paneles de Este a Oeste. De esta forma se aumenta la producción con respecto a estructura fija alrededor de un 25%.

Este tipo de estructuras no cuenta con cimentaciones ya que los pilares de sujeción van hincados directamente en el terreno.

## 9 IMPLANTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 9.1 Situación de las Instalaciones

Las instalaciones del proyecto, se sitúan en el Término Municipal de Padiernos para toda la planta solar en la provincia de Ávila.

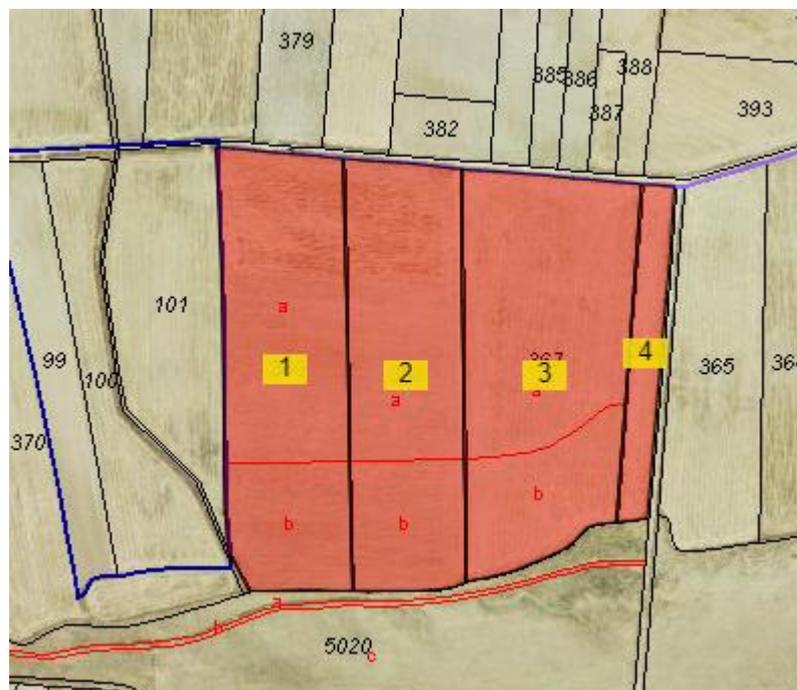
El acceso principal se sitúa en el este, por un camino público el “Camino de Solosancho”.

#### 9.1.1 Planta Fotovoltaica

El emplazamiento de la Planta Fotovoltaica será en las parcelas que se muestra en la siguiente tabla:

*Tabla 7. Parcelas de la implantación.*

Nº Parcela en Proyecto	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Superficie Catastral (m2)
1	Padiernos	Ávila	19	369	05176A019003690000WZ	44.403
2	Padiernos	Ávila	19	368	05176A019003680000WS	40.353
3	Padiernos	Ávila	19	367	05176A019003670000WE	51.089
4	Padiernos	Ávila	19	366	05176A019003660000WJ	8.964



*Imagen 2. Parcelas Implantación PFV.*

La zona seleccionada para la ubicación de la planta solar fotovoltaica es de uso agrícola y con calificación urbanística de Suelo Rústico Común en el paraje “CASAS MUÑOCHAS” y destinada al cultivo de herbáceas en secano, situada a una altitud media de 1.100 m.

El acceso principal se sitúa en el este, por un camino público.

**Coordenadas UTM ETRS89, H30N del Centro Geométrico de la instalación:**

**X = 341.259**

**Y = 4.495.529**

La superficie ocupada por todos los equipos e instalaciones que componen la planta fotovoltaica, es la correspondiente al vallado perimetral, la cual corresponde a **13,33 Ha.**

**Coordenadas UTM ETRS89, H30 del vallado de la instalación:**

*Tabla 8. Coordenadas UTM de la instalación.*

VALLADO		
Nº VÉRTICE	COORD. X	COORD. Y
1	341.076,66	4.495.723,19
2	341.473,74	4.495.680,76
3	341.443,96	4.495.395,30
4	341.406,05	4.495.392,24
5	341.389,82	4.495.383,69
6	341.360,72	4.495.363,90
7	341.344,60	4.495.355,65
8	341.320,82	4.495.346,91
9	341.288,69	4.495.341,15
10	341.277,98	4.495.336,54
11	341.216,43	4.495.335,23
12	341.194,27	4.495.337,02
13	341.095,84	4.495.337,16
14	341.079,42	4.495.370,57

## 9.2 Instalación eléctrica

### 9.2.1 Características Generales

Se proyecta una planta fotovoltaica conectada a la red de distribución con las siguientes características:

- Potencia Nominal: 6.000 kW (limitado por PPC)
- Potencia Global Generador: 7.215 kWp (STC)
- Tensión funcionamiento Generador (50°C): 1.028 V
- Tipo de estructura: Tracker 1V  
(2 filas de 30 módulos en vertical)
- Inclinación: Éste – Oeste (-60°/+60°)
- Nº de Tracker: 185 Ud
- Módulo fotovoltaico: **TRINA SOLAR, TSM-DEG21C.20-650M**  
o similar.
- Potencia pico (STC): 650 Wp
- Nº de módulos: 11.100 Ud
- Nº de módulos en serie: 30 Ud
- Nº de strings: 370 Ud

### 9.2.2 Módulos Fotovoltaicos

El módulo fotovoltaico seleccionado es el modelo **TSM-DEG21C.20-650M** de 650 Wp del fabricante TRINA SOLAR o similar. Las características del módulo fotovoltaico elegido se muestran a continuación.

#### **Características Eléctricas:**

- Tecnología celular: Silicio monocristalino
- Potencia: 650 Wp
- Eficiencia del módulo: 21,4 %
- Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmpp): 37,7 V
- Corriente Punto de Máxima Potencia (Impp): 17,27 A
- Corriente de Cortocircuito (Isc): 18,35 A
- Tensión de Circuito Abierto (Voc): 45,5 V
- Coeficiente de Temperatura de Isc ( $\alpha$ ): +0,04 %/C
- Coeficiente de Temperatura de Voc ( $\beta$ ): -0,25 %/C
- Coeficiente de Temperatura de P ( $\gamma$ ): -0,34 %/C
- Máxima Tensión del Sistema: 1.500 V<sub>cc</sub>
- Temperatura de trabajo entre: 43 ± 2%°C
- Temperatura de trabajo entre: -40 °C y +85 °C

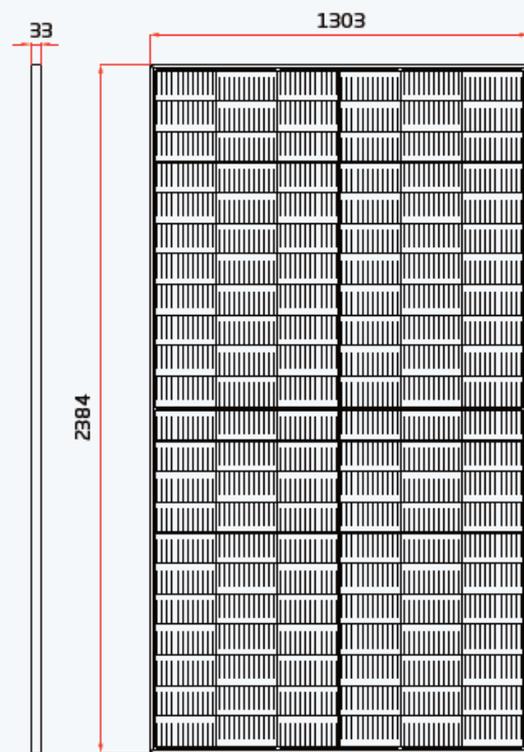
- **Características Físicas:**

- Dimensionamiento (mm): 2.384x1.303x33 mm

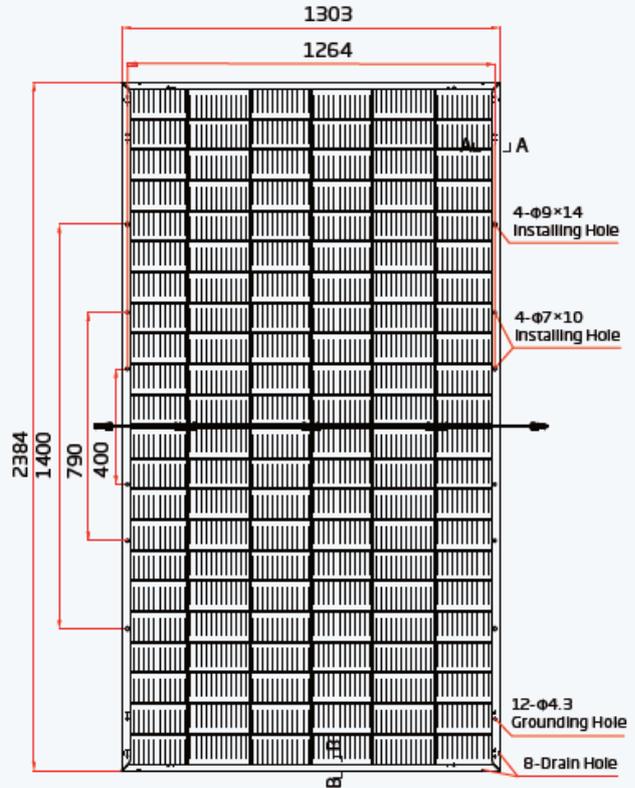
- Peso (aprox.):

38,3 kg

**DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)**



Front View



Back View

Imagen 3. Dimensiones físicas del módulo.

### 9.2.3 Inversor

El inversor es el elemento encargado de transformar la corriente continua generada por los módulos solares en corriente alterna (3x800 Vac y 50Hz).

Este dispositivo también se ocupa del seguimiento del punto de máxima potencia optimizando de esta forma la producción de energía sean cuales fueran las condiciones meteorológicas.

Inversor SUNGROW y modelo SG350HX o similar. Las características del inversor elegido se muestran a continuación:

- **Entrada C.C.:**
  - Máx. Corriente de Entrada total utilizada: 40 A
  - Máx. Corriente de Cortocircuito por serie FV: 60 A
  - Tensión CC mínima de puesta en servicio: 550 V
  - Mínima Tensión de entrada nominal: 500 V
  - Máx. tensión de entrada nominal: 1.080 V
  - Rango de tensión MPP: 500 – 1500 Vdc
  - Nº de entradas: 2
  - Nº de MPPTs: 12
  
- **Salida A.C.:**
  - Potencia nominal: 352 KVA (30°C)
  - Máx. Potencia de salida: 352KVA@30°C  
320KVA@40°C  
295 KVA@50°C
  
  - Máx. Corriente de salida: 254 A
  - Tensión de salida de red: 3-PE 800V
  - Rango de Tensión: 640 - 920
  - Rango de frecuencia de Red: 50 Hz
  - Distorsión armónica total TDH: < 3 %
  - Factor de potencia: 0,8 cap. – 0,8 ind.
  - Máximo rendimiento: 98,8 %
  
- **Datos Generales:**
  - Dimensiones (altura x anchura x profundidad): 1.136 x 870 x 361 mm
  - Peso: 116 kg
  - Tipo de protección: IP 66



Imagen 4. Inversor SUNGROW SG350HX.

Integrado en el inversor actuarán las siguientes protecciones:

- Anti isla.
- RCMU.
- Monitoreo de fallo a tierra.
- Contra inversión de polaridad cc.
- Seccionador CC.
- Sobrecalentamiento.
- Descargadores CC/CA.

El esquema eléctrico interno de estos inversores es:

## ESQUEMA DE CONEXIONES

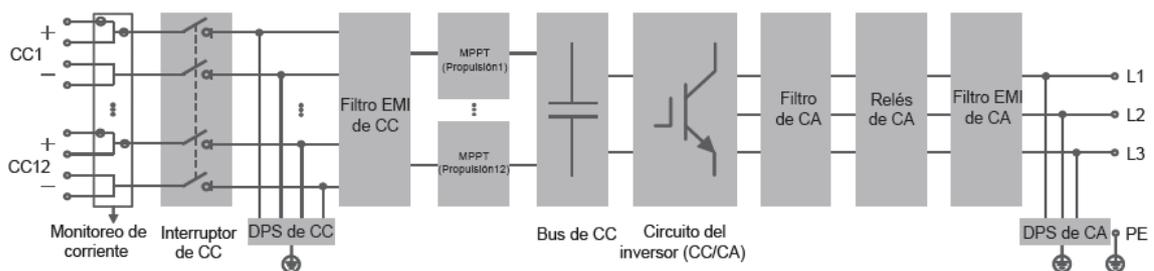


Imagen 5. Esquema conexiones Inversor.

#### 9.2.4 Tracker

Para el máximo aprovechamiento de la radiación solar y por tanto para la obtención del mayor rendimiento posible de la instalación, los módulos fotovoltaicos se montarán en estructuras seguidora a un eje horizontal capaz de soportar el peso de los mismos y cualquier inclemencia climatológica.

Los trackers irán sujetos al terreno mediante hincado directo de los perfiles metálicos.

La distribución de los trackers se proyecta de forma que la distancia entre las filas nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso, para esta instalación, el pitch será de 6,45 metros.

El seguidor seleccionado y que se describen sus características técnicas a continuación, se compone estructuras formadas por 2 filas de 30 módulos, es decir, 60 módulos por estructura.

Las características principales de las estructuras son:

- Modelo: SCHELETTER V1 o similar.
- Material: Perfiles de acero.
- Inclinación: Éste – Oeste  $-60^{\circ}/+60^{\circ}$
- Altura del eje de giro: 1,01 m
- Longitud: 78,77 m
- Ancho de mesa: 1,303 m
- Composición módulos: 2 filas x 30 módulos = 60 módulos
- Nº de Tracker: 185
- Distancia eje entre filas (desde ejes): 6,45 m
- Nº ejes por seguidor: 1 Ud
- Rango de temperatura sistema de control y motor:  $-20^{\circ}\text{C}/+50^{\circ}\text{C}$
- Velocidad del viento en funcionamiento: 48 km/h – 105 km/h (30 mph – 65 mph)
- Velocidad del viento máx. en posición de seguridad: 144 km/h – 290 km/h (90 mph – 180 mph)
- Alimentación de motor:
  - Tensión de alimentación motor: 400 V (AC) / 230 V (DC)
  - Potencia del motor: 370 W / 200 W
  - Clase de protección: IP65

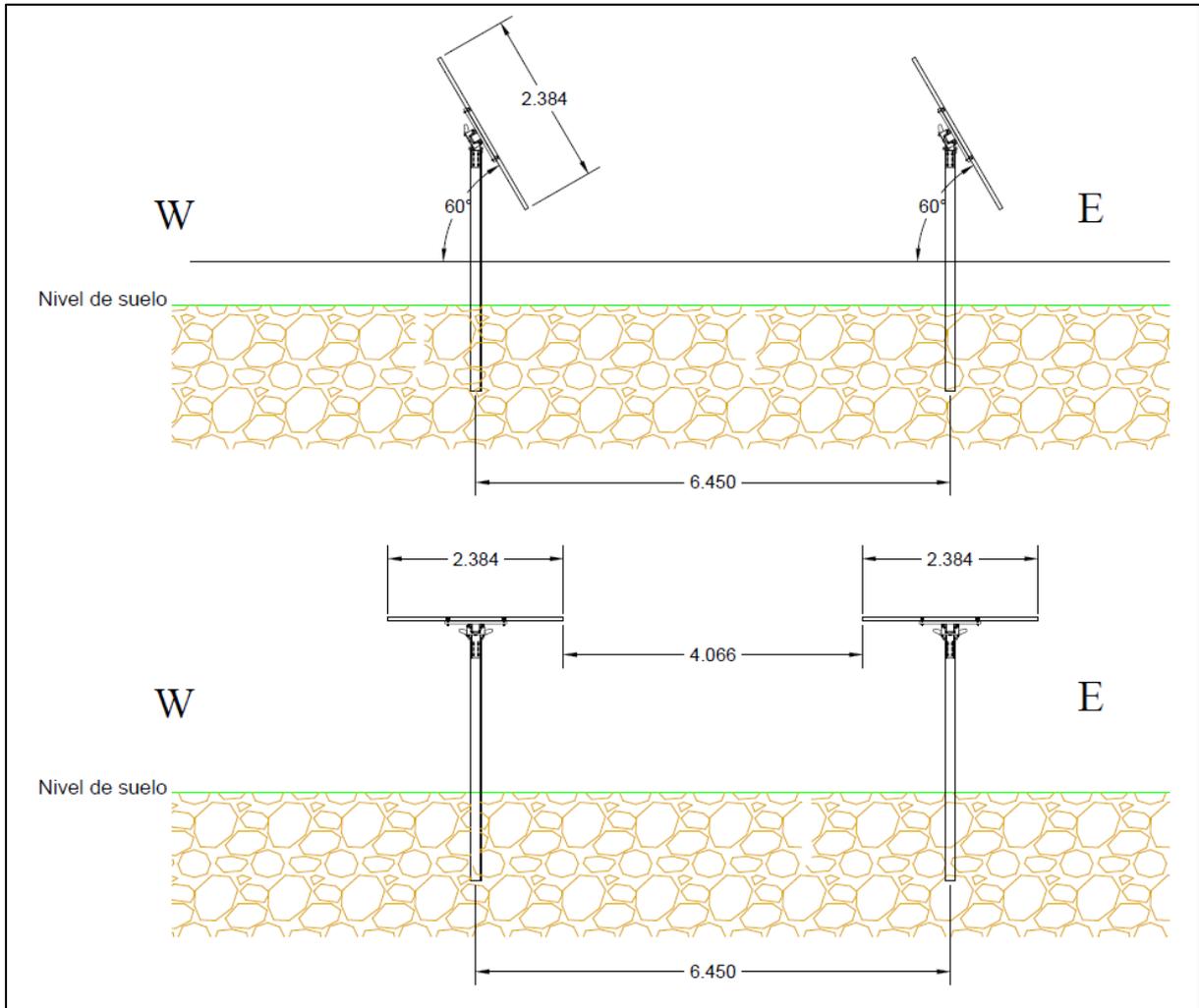


Ilustración 1. Tracker.

## 9.2.5 Cableado Baja Tensión

### 9.2.5.1 *Corriente continua*

En las líneas que unen los **módulos fotovoltaicos con las cajas de concentración de strings**, se utilizará cable de Cu del tipo H1Z2Z2-K (AS) 1,5/1,5 KV Unipolar, 2x(1x4), 2x(1x10) mm<sup>2</sup> sobre abrazadera, bandeja perforada o enterrado. El cable tendrá las siguientes características:

- Cable conductor de cobre estañado.
- Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
- Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (20000 h); 90 °C (30 años) y 250 °C en cortocircuito.
- Aislamiento compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.
- Cubierta de compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.
- Color: negro, rojo o azul.
- Doble aislamiento (clase II).
- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años). (Cable termoestable).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado):
  - 3D (D - 12 mm) y 4D > 12 mm). (D = diámetro exterior del cable máximo).
- **Ensayos de fuego**
  - No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
  - No propagación del incendio: EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
  - Libre de halógenos: EN 50525-1.
  - Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
  - Nula emisión de gases corrosivos: EN 50305 (ITC < 3).



*Imagen 6. Cable de corriente continua entre strings.*

### 9.2.5.2 Corriente alterna en baja tensión

**Desde el inversor hasta el CGBT:** se utilizará cable de Al del tipo XZ1 (S) 1,8 kV Unipolar, 3x(2x300) mm<sup>2</sup> soterrado en sus zanjas correspondientes.

Las características del conductor XZ1 (S) son las siguientes:

- Metal: aluminio clase 2.
- Unipolares: Cuerdas circulares Clase 5, normales o compactas según corresponda.
- Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito.
- Aislante de Polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión 1,5/1,5 kV.
- Resistente a la absorción de agua y rayos ultravioletas.
- Conductor de alta seguridad, no propagador de la llama, ni de incendio, baja emisión de humos y libre de halógenos.



*Imagen 7. Cable de Corriente Alterna entre el inversor y CGBT.*

### 9.2.5.3 Cables de comunicaciones

Paralelamente y por la misma zanja del Cableado de Media Tensión que se define más adelante, se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la Planta Fotovoltaica.

Los cables de transmisión de datos deberán resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV en tramos donde no estuviesen protegidos por tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

Para las comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica monomodo 9/125 micras, con recubrimiento PKP y capacidad mínima de 64 fibras ópticas.

Se utilizará tubo de 63 mm en los cruzamientos con viales y cauces.

#### 9.2.5.4 Protecciones

Se instalarán protecciones eléctricas en todos los circuitos de la instalación fotovoltaica para asegurar la protección de los distintos equipos ante los distintos tipos de faltas eléctricas. Todas las protecciones cumplirán con la normativa correspondiente en cada caso.

De esta manera, todos los equipos de la planta estarán provistos de elementos de protección.

En cuanto a la protección y maniobra se distinguirán dos partes:

- Corriente continua: Aguas arriba del inversor
- Corriente alterna: Aguas abajo del inversor.

##### 9.2.5.4.1 Protección de la instalación eléctrica en corriente continua

A continuación, se indican las protecciones empleadas en la instalación eléctrica de corriente continua, correspondiente desde el generador fotovoltaico hasta los terminales de entrada del inversor.

- **Protección contra contactos directos e indirectos:**

Existen varias soluciones para proteger a las personas frente a derivaciones

El generador fotovoltaico se conectará con configuración flotante del generador, es decir, que sus dos polos estén aislados de tierra. Al no existir un camino de retorno para la corriente, esta medida garantiza una protección total en el caso de un primer defecto.

El esquema seleccionado es un esquema IT, es decir, no hay ningún punto de la evacuación conectado directamente a tierra y las masas de la instalación de generación están puestas directamente a tierra.

En este esquema la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente bajo como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

Este primer defecto a masas o a tierra, se soluciona mediante:

- Aislamiento de Clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra. El inversor detectará su funcionamiento y se activará una alarma en el equipo.

En el caso de que después de un primer defecto fase-tierra se produzca un segundo, se produce entonces un cortocircuito que provoca la intervención de los dispositivos de corte y desconexión automática.

- **Protección contra cortocircuitos:**

En el diseño de la protección individual de los cables de cada rama de string, hay que tener en cuenta que la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual que la corriente nominal de la rama.

Se considera la no utilización de fusibles al ser la intensidad de cortocircuito de los string en paralelo inferior al fusible recomendado por el módulo fotovoltaico, según norma IEC62548.

- **Protección contra sobretensiones:**

Sobre el generador fotovoltaico se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia.

Para la protección contra esas sobretensiones los inversores vienen dotados de descargadores de sobretensión tipo II que deriva a tierra la instalación cuando la tensión es mayor de 1.000 V.

- **Protección para mantenimiento:**

Los inversores, incorporará un seccionador para la desconexión.

- **Protección contra polarización inversa:**

Integrada en el inversor.

- **Protección contra sobretensiones transitorias:**

Originadas por conmutación de circuitos eléctricos, descargas electrostáticas y descarga parcial de rayo. El inversor lleva varistores con una intensidad nominal de 40 kA para una curva transitoria nominal 8/20  $\mu$ s, que protegerá fases y neutro.

- **Vigilante de Aislamiento:**

Esta función la hará el inversor, el cual parará la instalación en caso de falta de aislamiento, y dará una señal de alarma.

#### 9.2.5.4.2 Protección de la instalación eléctrica en corriente alterna

A continuación, se indican las protecciones empleadas en la instalación eléctrica de corriente alterna, correspondiente desde la salida del inversor al CGBT.

Se instalará en cada CGBT 12 fusibles seccionadores de 300 A y un interruptor magnetotérmico de 3.000 A de corte en carga para la protección frente a contactos directos e indirectos y para cortocircuitos, respectivamente.

- **Protección contra contactos directos e indirectos:**

Como se ha comentado anteriormente, la protección frente a contactos directos e indirectos se asegurará mediante un interruptor magnetotérmico de 3.000 A de corte en carga

- **Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:**

El propio inversor cuenta con protecciones ante cortocircuitos y sobrecargas integradas. Además de estas protecciones, en cada CGGP, se ha dimensionado para 12 fusibles seccionadores de 300 A.

- **Protección contra sobretensiones:**

Sobre el generador fotovoltaico se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia.

Para la protección contra esas sobretensiones los inversores vienen dotados de descargadores de sobretensión tipo II que deriva a tierra la instalación cuando la tensión es mayor de 1.000 V.

Al Cuadro General de BT se ha dotado con descargadores de sobretensión tipo I y II que deriva a tierra la instalación cuando la tensión es mayor de 1.500 V y una corriente nominal de descarga de 10 kA.

#### 9.2.6 Puesta a Tierra

Los sistemas de tierras del parque son:

- Instalación solar fotovoltaica AC/CC: sistema IT (flotante).
- Instalación de baja tensión SSAA: sistema TT.

Se dimensionará una puesta a tierra general de la planta donde se conectarán todas las partes metálicas tanto de las estructuras portantes de módulos, como el vallado, báculos de luminarias, cámaras de seguridad, soportes de las cajas de concentración de strings, etc.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación fotovoltaica, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico, en esta instalación tenemos separación galvánica entre la CC y CA a través del transformador del inversor.

Se protegerá contra contactos directos e indirectos mediante aislamiento de clase II o doble aislamiento en los equipos.

La red de puesta a tierra se compone de un conductor desnudo de cobre de 50 mm<sup>2</sup> donde se van conectados los distintos elementos metálicos. Dicha red de tierras se realizará mediante conductor desnudo de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección directamente enterrado. Para mantener la equipotencialidad entre los módulos y todas las estructuras, se conectará independientemente la masa metálica de cada módulo al conductor de protección mediante latiguillos de H07V-K 1x25 mm<sup>2</sup>. Y la estructura metálica se conectará entre sí mediante latiguillos de H07V-K 1x25 mm<sup>2</sup> de 1 metro de longitud y todas las filas estarán conectadas a la red de tierras general de la planta.

Las cajas de los inversores, se conectarán con la red de tierras mediante conductor H07V-K 1x50 mm<sup>2</sup>.

La puesta a tierra del Centro de Transformación y la Caseta de Comunicaciones, se unirá a la red de tierras general de la Planta fotovoltaica.

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación y Caseta de Comunicaciones se unirán a la tierra de protección, tales como envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio.

Las conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que asegure una perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo, estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

La resistencia de la red de tierras general será inferior a 20  $\Omega$  según la ITC-BT-18 del REBT. Se dispondrá de las picas necesarias para llegar a una resistencia inferior a 20  $\Omega$ .

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

## 9.2.7 Centro de transformación

### 9.2.7.1 *Características Generales*

El Centro de Transformación contará formado por un transformador de potencia que elevarán la tensión de salida AC de los inversores para lograr una transmisión de mayor eficiencia en las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica.

### 9.2.7.2 *Características Principales del Transformador de Potencia:*

Se instalará un edificio prefabricado de hormigón tipo o similar. El edificio estará compuesto por una sala que albergará las celdas de M.T. Existirá un acceso desde el exterior con las dimensiones adecuadas para el paso de los equipos a montar.

Se trata de un transformador completamente integrado en la plataforma del CT.

#### **Características Principales:**

- Dimensiones: 8.500x2.520x3.200 (L x A x H)
- Tipo: Trifásico
- Potencia: 2x3.300 kVA
- Relación de Transformación: 0,80/30 kV
- Configuración de los bobinados: Dy
- Grupo de Conexión: 11
- Tipo de ventilación: ONAN
- Tensión cortocircuito (Ecc): 6%
- Peso: 28.000 kg.
- Depósito de retención de aceite.
- Dos rejillas inferiores, instaladas en cada una de las puertas de acceso de los extremos.
- Alumbrado y servicios auxiliares.
- Dos cajas de Seccionamiento de tierra de protección (herrajes) y de servicio (neutro), situadas en el lado interior izquierdo y derecho de la pared frontal respectivamente.

CTA 24 kV Y 36 kV CENTER TIPOLOGIES														
MODEL	EXTERIOR DIMENSIONS (mm)			INTERIOR DIMENSIONS (mm)			EXCAVATION (mm)			WEI-GHT Tn	MODEL	EXT. DIM. C*	INT. DIM. F*	
	A	B	C*	D	E	F*	G	H	I					VOL. (m <sup>3</sup> )
CTA 2B	3.100			2.940			4.100			8,66	12	CTA 2A		
CTA 3B	3.500			3.340			4.500			9,85	13	CTA 3A		
CTA 4B	4.500			4.340			5.500			11,83	16	CTA 4A		
CTA 5B	5.500	2.520	3.200	5.340	2.360	2.400	6.500	3.520	600	13,81	19	CTA 5A	3.500	2.700
CTA 6B	6.500			6.340			7.500			15,79	22	CTA 6A		
CTA 7B	7.500			7.340			8.500			17,77	25	CTA 7A		
CTA 8B	8.500			8.340			9.500			19,75	28	CTA 8A		

\*The 'A' models has the same dimensions as 'B' except interior and exterior height (L, y F).

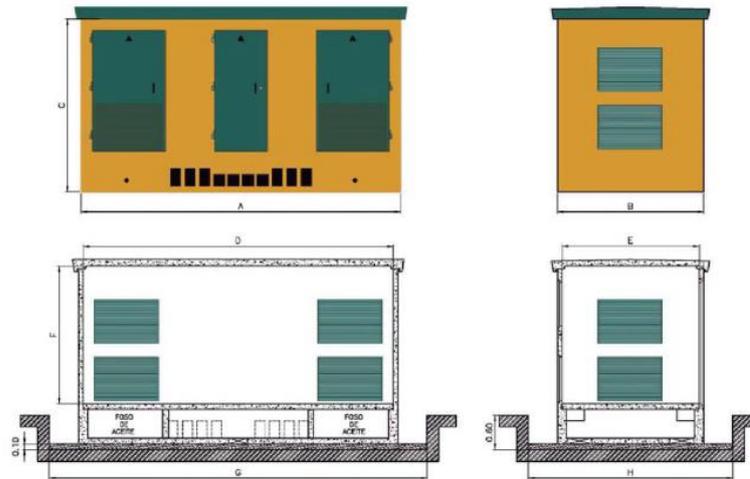


Imagen 8. Centro de Transformación.

### 9.2.7.3 Cimentación

Para la ubicación de la caseta prefabricada tipo C.T.A. es necesaria una excavación de 60 cm de profundidad y una anchura perimetral de 50 cm sobre sus dimensiones exteriores. El fondo de la excavación será una base de zahorra compactada con un grado no menor al 90% u hormigón de limpieza, sobre la cual, se pondrá un lecho de 10 cm. de arena compactada y nivelada para la perfecta colocación del equipo prefabricado.

La presión que el CS ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

En caso de que la resistencia del terreno sea inferior de 1 kg/cm<sup>2</sup> se establecerá una losa de hormigón para que el EPHS descansa de forma uniforme. La losa será capaz de soportar los esfuerzos verticales producidos por su propio peso, los del piso, paredes, cubiertas y sobrecargas definidas en las normativas aplicables.

Los requisitos de la losa de hormigón deberán estudiarse en función de la carga del edificio, el terreno de ubicación y las normativas de construcción en vigor.

Requisitos mínimos de la solera:

- \* Hormigón armado para losas de cimientos HA-25/B/10/IIa
- \* Barras de acero corrugadas B500S de 4 mm de  $\phi$
- \* Cuadrícula de 20 x 20 cm (50kg/m<sup>3</sup>)

- \* Grosor de 15 cm como mínimo
- \* Dimensiones en longitud y anchura serán tales que abarquen la totalidad de la superficie del CS sobresaliendo como mínimo 50 cm por cada lado.
- \* Deberán establecerse tubos de paso para la conexión de p.a.t., los cuales se situarán en función del CS a utilizar.

#### 9.2.7.4 Solera y pavimento

##### **PLACA BASE.**

Será una losa de forma rectangular, unida en una sola pieza a las paredes y formando un conjunto compacto y de total impermeabilidad al no existir unión entre paneles.

Para el paso de cables AT/BT, el edificio dispone bajo la cota cero de unos orificios semiperforados practicables in situ de las siguientes dimensiones:

- \* Líneas de A.T.: Un agujero de 180 mm<sup>2</sup>. para cada línea.
- \* Líneas de B.T.: Un agujero de 180 mm<sup>2</sup>. para cada línea.
- De igual forma, dispone de unos agujeros semiperforados practicables de 20 mm de diámetro para las salidas a las tierras exteriores.

##### **PLACA SOLERA PRINCIPAL.**

Está formada por losas construidas hormigón armado cuya sobrecarga admisible es de 500 kg/cm<sup>2</sup> éstas son desmontables para permitir el acceso a la parte inferior del C.T. facilitando así la conexión de cables de la red.

##### **APOYO DE SOLERA.**

La solera se soporta sobre un piñón perimetral insertado en la parte inferior para tal fin. Estos perfiles permiten que la solera nos deje un espacio libre por su parte inferior que se dedica al paso de cables A.T. y B.T. superior a 400 mm.

##### **LOSETA.**

Elemento de cierre de las troneras efectuadas en la solera para montaje de celdas.

##### **SOPORTE DE TRANSFORMADOR.**

Para un cómodo asentamiento del transformador, el prefabricado dispone de una losa de hormigón para dotar al transformador de un perfecto asentamiento.

#### 9.2.7.5 Cerramientos exteriores

##### **PAREDES.**

Las paredes del prefabricado lo constituyen el propio conjunto del edificio, ya que es de construcción compacta tipo monobloque.

En la pared frontal existe la posibilidad de ubicar las puertas necesarias que se distinguen entre puerta de peatón cuyas dimensiones son: personal 900 mm de ancho por 2100 mm de alto, acceso transformador: 1250 mm de ancho y 2100 mm de alto. En la pared posterior se ubicarán las

ventilaciones necesarias cuyas dimensiones son 1100 mm X 750 mm para permitir una correcta refrigeración del transformador.

La estructura metálica que compone el armado de las paredes está unida y conectada a una pletina mediante soldadura para su puesta a tierra.

#### **PUERTAS Y TAPAS DE ACCESO.**

Para el acceso al interior de la caseta, se dispone de puerta de personal y de transformador.

##### **PUERTA DE PERSONAL.**

Está construida con chapa laminada en frío, con galvanizado en caliente en proceso continuo, posterior pintado de polvo de poliéster.

Este método de fabricación asegura una protección muy buena para su uso a la intemperie.

Esta puerta está dotada de 3 robustas bisagras de acero inoxidable (con giro a 180º).

Todo ello proporciona una elevada resistencia mecánica al conjunto, imposibilitando la apertura intempestiva de la puerta aún en caso de sobrepresiones interiores, como las que se generan, por un eventual arco en el aparellaje eléctrico del interior.

Para mantenerse fija en la posición de abierta, lleva una varilla que la mantiene sujeta al panel.

Las dimensiones del hueco libre son: 900 mm de ancho x 2100 mm de alto.

##### **PUERTA DE TRANSFORMADOR.**

De características similares a la anterior, se diferencia en que lleva ventilación inferior.

Las dimensiones del hueco libre son de 1250 mm de ancho x 2100 mm de alto.

Estas dimensiones permiten la entrada de transformadores de 1.000 KVA., según norma UNE21428-1.

#### **9.2.7.6 Tabiquería interior**

Al emplearse celdas prefabricadas bajo envolvente metálica del tipo monobloque no es necesaria la colocación de tabiquería interior.

##### **- CUBIERTA**

Consiste en un plano de hormigón armado, con unas inserciones de acero inoxidable en su parte superior para su manipulación.

La cubierta no permite la acumulación de agua sobre ella por no tener ningún elemento o resalte sobre su superficie y tener una caída del 1% hacia el lado posterior del edificio. En su parte inferior y en el interior del módulo dispone de una tuerca soldada a la malla de la estructura para su puesta a tierra.

##### **- ACABADO EXTERIOR**

En la fabricación normal, el hormigón se suministra en liso con una pintura resistente a la intemperie.

#### 9.2.7.7 *Varios*

##### - **BANDEJA CORTAFUEGOS**

Está formada, por una chapa con múltiples perforaciones ocupando todo el recinto del transformador. Una vez asentada, se rellena con canto rodado.

##### - **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Todas las varillas, que constituyen la armadura de refuerzo de cada una de las piezas que conforman el edificio, están electro-soldadas entre sí, de forma que en cada una de las piezas existe continuidad eléctrica de su armadura, disponiendo de dos puntos unidos a ella, accesibles en la superficie de la parte interior del edificio. A través de estos puntos, se podrá realizar la comprobación de la continuidad de cada pieza y además se realizará, la interconexión de las distintas piezas mediante latiguillos de cobre, de forma que, una vez unidas, el interior del edificio sea una superficie equipotencial.

La situación de la armadura y el proceso de fabricación del hormigón, aseguran una resistencia eléctrica superior a 10.000  $\Omega$ , después de los 28 días de la fabricación, entre la armadura y las puertas, rejillas y la superficie exterior del edificio.

##### - **CONDICIONES DE SERVICIO**

Los edificios prefabricados C. S. están contruidos para soportar las siguientes condiciones de servicio:

\*Sobrecarga de nieve de 250 kg/cm<sup>2</sup> en cubiertas.

\*Carga de viento (presión dinámica) de 100 kg/m<sup>2</sup>., equivalente a V = 144 km/h.

\*Temperatura del aire:

-Mínima -15° C.

-Máxima +50° C.

-Valor máximo medio diario +35° C.

\*Humedad relativa del aire: 100 %

(Estos datos corresponden a una altitud de instalación de 2500 m sobre el nivel del mar.)

#### 9.2.7.8 *Calidad de los materiales*

##### - **PREFABRICADO**

Los componentes básicos del hormigón armado que se utilizan son:

\* Cemento Tipo CEM II/A-V 42,5R

\* Arena lavada de río.

\* Árido machacado o rodado de río.

\* Armaduras de acero tipo B500S.

#### - DOSIFICACIÓN

A fin de garantizar la resistencia y la impermeabilidad de las piezas fabricadas, se utilizan los siguientes criterios de dosificación:

- \* Agua: Proporción máxima en relación al cemento de 0,47.
- \* Arena: Proporción máxima de 2 a 1 con relación al cemento.

Con estos criterios se garantiza una resistencia a la compresión de  $>250 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días y un grado de compactación que asegura la total impermeabilidad de las paredes, característica prácticamente imposible de conseguir con otras dosificaciones y calidades inferiores.

#### - PROCESO

Utilizando maquinaria y utillajes adecuados, las armaduras se preparan en el taller auxiliar, siguiendo diseños previos e incorporando los insertos necesarios en cada caso.

En la central de hormigonado se hace la dosificación en peso y se prepara el hormigón que es transportado en continuo a la línea de moldes donde se vierte en estos después de haber colocado las armaduras, con los separadores que aseguran su posición correcta en el molde.

Los moldes disponen de un sistema de vibración incorporado que asegura un perfecto llenado de los mismos y compactación en las piezas.

Para la instalación del centro de transformación, al ser un edificio prefabricado, no será necesaria mayor obra civil.

#### 9.2.7.9 Celdas de M.T.

Las celdas de M.T. serán de tipo encapsulado metálico, aislamiento en SF6, para instalación en interior en simple barra. Las celdas serán modulares y estarán compuestas de las siguientes funciones:

- Una (1) Celda de Línea (L).
- Dos (2) Celdas de protección de transformador (V).
- Una (1) Celda de SS.AA. (A).
- Una (1) Celda de Medida (M).

A continuación, se describen las características principales de las celdas seleccionadas:

##### **Una (1) Celda de línea (L):**

- Interruptor-Seccionador de puesta a tierra, con enclavamiento mecánico.
- Detector de tensión.
- Indicadores de tensión.
- Tensión asignada de 36 kV.
- Intensidad nominal de 630 A.

**Dos (2) Celdas de protección de los transformadores (A):**

- Interruptor Automático de puesta a tierra, con enclavamiento mecánico.
- Seccionador de línea con puesta a tierra.
- Indicadores de tensión.
- Tensión asignada de 36 kV.
- Intensidad nominal de 630 A.

**Una (1) Celda de protección de tranfo 50 KVA de SS.AA. (A):**

- Interruptor-Seccionador de puesta a tierra.
- Ruptufusible.
- Indicadores de tensión.
- Tensión asignada de 36 kV.
- Intensidad nominal de 630 A.

*9.2.7.10 Protecciones:*

Las unidades de protección, medida y control ekor.RPA serie 200, se instalarán en el Centro de Transformación de la Planta Fotovoltaica. Este equipo incorpora funciones de protección de intensidad, tensión y frecuencia así como funciones de automatización, control local/ remoto, medida de parámetros eléctricos, presencia y ausencia de tensión, desequilibrio de fases, etc. Así mismo, existen variantes en función de la característica de los canales de medida de tensión (capacitivos, normalizados y transformadores). Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación.

Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

**Características:**

- Funciones de Protección:
  - Sobreintensidades 50-51, 50N-51N.
  - Direccional de sobreintensidad 67, 67N
  - Mínima tensión 27
  - Máxima tensión 59, 59N
  - Mínima frecuencia 81m
  - Máxima frecuencia 81M
- Funciones de medida:
  - Corriente
  - Tensión
  - Potencia activa, reactiva y aparente
  - Frecuencia

- Control y supervisión:
  - Funcionamiento y control de interruptor automático.
  - Enclavamiento 86
  - Supervisión del circuito de disparo
  - Registro de eventos
  - Informe de faltas
  - Informe ocilográfico
  - Otros automatismos
  - Configuración vía web.
- Ensayos:
  - De aislamiento según 60255-5
  - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
  - Climáticos según CEI 60068-2-X
  - Mecánicos según CEI 60255-21-X
  - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekor.RPA ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

#### 9.2.7.11 Servicios Auxiliares

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna en el Centro de Transformación, es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión, necesario para la explotación y mantenimiento de todos los equipos de la instalación.

Los servicios auxiliares alimentados son:

- Tomas de corriente.
- UR20.
- Iluminación.
- Resistencia de caldeo en ventilación.
- DGPT2 y celda de media tensión.

La energía necesaria para la alimentación de los servicios complementarios será aportada por un transformador de 50 kVA incorporado en el CT y alimentado desde el propio transformador de potencia 30.000/400 kV.

Características del trafo:

- |                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| - Unidades Trafo de SS.AA.: | 1            |
| - Potencia Trafo de SS.AA.: | 50 kVA       |
| - BT Voltaje:               | 30.000/400 V |
| - Tipo de conexión:         | Dyn11        |
| - Tipo de refrigeración:    | Seco         |

La instalación contará con un cuadro general que alimentará en corriente alterna y protegerá los circuitos de iluminación interior, tomas de pequeña fuerza, ventilación y antiintrusismo que se instalen en el propio CT.

Los circuitos de alumbrado, pequeña fuerza, ventilación y antiintrusismo estarán constituidos por cables unipolares en montaje superficial bajo tubo curvable, de las características siguientes:

- Tipo:	RZ1-K (AS)
- Conductor:	Cobre
- Distribución:	3xF+N+TT

Para la elección de la sección del conductor se han tenido en cuenta la intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión. Las secciones de las líneas son:

- Alumbrado:	1,5 mm <sup>2</sup>
- Pequeña fuerza:	2,5 mm <sup>2</sup>
- Ventilación:	2,5 mm <sup>2</sup>
- Antiintrusismo:	2,5 mm <sup>2</sup>

**La potencia contratada prevista para el consumo de los servicios auxiliares, será de 50 kVA.**

#### 9.2.7.12 Baterías.

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida tipo SAI:

- SAI/UPS online doble conversión.
- Tecnología de control digital por microprocesador.
- Alarmas visuales (led) y acústicas en caso de fallo de red.
- Pantalla LCD con completa información sobre el estado del SAI/UPS (6 y 10 KVA).
- Arranque con batería sin presencia de tensión AC.
- Protecciones frente a sobrecargas, cortocircuito y mínima tensión de batería.
- RS232 + software para una completa monitorización del equipo.
- Desconexión programable.
- Alto factor de potencia de entrada  $\geq 0.98$ .
- By-pass manual opcional (6/10 KVA).
- Tarjeta SNMP opcional / Conversor RS232 Ethernet.
- Tiempo de carga: 8h al 90%.
- Display LCD ( $\geq 6$  kVA) Presencia de red, fallo SAI, sobrecarga, batería baja Acústico Fallo de red, sobrecarga, batería baja.

#### 9.2.7.13 Alumbrado

Los armarios y resto de cuadros, que contienen la aparamenta de la que se compone el centro de transformación, están dotadas de fuentes luminosas fijas o móviles, que permiten la perfecta iluminación de las diferentes zonas de trabajo.

#### 9.2.7.14 Ventilación

La ventilación del transformador se realiza mediante ventilación natural.

Los armarios de conexiones e inversores, cuentan con sistemas de ventilación forzada, con alimentación desde el cuadro de servicios auxiliares.

#### 9.2.7.15 Señalizaciones y Material de Seguridad

El CT cumplirá con las siguientes prescripciones:

- En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.
- Cartel de las cinco reglas de oro.
- Deberá estar dotado de bandeja o bolsa porta documentos, con la siguiente documentación:
  - Manual de instrucciones y mantenimiento del CT.
  - Protocolo del transformador.
  - Documentación técnica.
  - Libro de mantenimiento.
- El CT dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras.

#### 9.2.7.16 Protección contraincendios

El centro de transformación dispondrá de sistemas de seguridad contraincendios mediante la instalación de un extintor de CO<sub>2</sub> de 2 kg y un extintor de polvo seco de 6 kg.

#### 9.2.7.17 Vigilancia de tensión auxiliar y de estado de la protección:

La celda del interruptor dispondrá de una bobina de vigilancia de la tensión auxiliar de continua que provocará su disparo por fallo de la alimentación de Vcc. El disparo de los interruptores magnetotérmicos de las protecciones de la celda provocará, a su vez el disparo del interruptor de corte general e impedirá su cierre mientras no se rearmen.

El relé o relés de protecciones dispondrán de control por watch-dog y la activación del mismo provocará disparo y enclavamiento del interruptor de interconexión.

#### 9.2.7.18 Enclavamientos:

Con el fin de garantizar la seguridad de las personas y equipos, se instalarán los enclavamientos oportunos que eviten los errores de operación.

Se enclavará el cierre del interruptor automático de protección hasta que las protecciones de máxima/mínima tensión y máxima/mínima frecuencia, hayan detectado las condiciones de normalidad de la tensión y la frecuencia durante tres minutos consecutivos.

## 9.2.8 Obra civil

### 9.2.8.1 *Adecuación del terreno*

Las labores de obra civil necesarias para su adecuación son:

- Nivelación, desbroce y limpieza del terreno de la zona de las estructuras y caminos por medios mecánicos.
- Excavación mecánica de las zanjas para alojar los conductores eléctricos, siguiendo el trazado y con la sección indicada.
- Transporte de tierras procedentes de excavaciones al vertedero.
- Zahorra natural, compactada y perfilada por medio de motoniveladora en las zonas de caminos, control y parking.
- Pavimento de arena de 10 cm de espesor con un 40% de arena de río y un 60% de arena de miga, compactada y perfilada por medio de motoniveladora, en las zonas de caminos, control y parking.

### 9.2.8.2 *Viales*

Se acondicionarán los caminos existentes para la entrada a las instalaciones fotovoltaicas y se realizarán viales que comunicarán los Centros de Transformación con la Subestación. Todos los viales de la planta fotovoltaica tienen que cumplir unas especificaciones mínimas que se establecen a continuación:

- Ancho del vial: 4 m.
- Radio mínimo de curvatura: 12 m en el exterior de la curva.
- Pendientes máximas: 7% en tierra y 12 % en suelo cementado.

Los caminos a realizar y reformar se acondicionarán para que puedan ser usados por camiones, que son los que transportarán las piezas necesarias para la construcción de la instalación.

Este acondicionamiento permitirá el transporte de los equipos a instalar, así como el acceso a las parcelas, de la cual se verá también beneficiada durante su explotación, sobre todo en las labores de mantenimiento.

En la realización al acondicionamiento de la plataforma de los viales se tendrán en cuenta las especificaciones formuladas anteriormente. La anchura de la plataforma será de 4 metros.

En lo referente a su realización, los viales se harán primero mediante la formación de un cajeadado de 10 cm de profundidad, incluyendo el explanado para la preparación de sub-bases, con aportación de zahorras a cielo abierto, extendido y apisonado por medios mecánicos en dos tongadas de 15 cm de espesor hasta conseguir un grado de compactación del 95% del proctor normal, incluso regado de las mismas y refino de taludes, y con p.p. de medios auxiliares y transporte de las mismas a pie de tajo. Además de lo anterior, comprenderá una capa superficial extendida y apisonada de chino lavado procedente de machaqueo, en idénticas condiciones de compactación, de 10 cm de espesor definitivo, incluso formación de cuneta en terreno natural con maquinaria al efecto.

Como se ha indicado anteriormente, el radio mínimo de curvatura es de 12 m, suficiente para el paso de los vehículos por la parcela sin mayores problemas. No obstante, para que la carga pueda pasar es necesario eliminar cualquier obstáculo en el entorno de estas curvas. La tierra vegetal

desbrozada en la realización del cajeadado será almacenada en lugar apropiado; cuando finalice la obra, dicha tierra será extendida en los taludes que haya sido necesario crear. Los terraplenes necesarios para acondicionar el terreno podrán realizarse a partir del material extraído de los desmontes, ya que se estima que el material es, como mínimo, tolerable. Las excavaciones se realizarán con talud 2/3, y los terraplenes con talud 3/2. Estos taludes no recibirán ningún tipo de tratamiento especial dada su pequeña altura total. Las pendientes transversales de la plataforma serán del 2 % desde el eje hacia los extremos de la misma en toda la longitud de los caminos, mientras que las cunetas para drenaje serán de tipo "V". Los viales, a su paso por las áreas de maniobra, deben ser solidarios a éstas para evitar la creación de escalones o pendientes bruscas de acceso. Los viales se dotarán de cunetas que finalizarán en pocetas de decantación.

El trazado de los viales se indica en los planos adjuntos siendo la longitud total aproximada de **500 metros y una superficie de 2.219 m<sup>2</sup>**.

### 9.2.8.3 Zanjias

En el lecho de cada zanja se colocará una capa de arena de un espesor de 0,10 m, sobre la que se depositarán los cables o tubos de polietileno de doble pared, corrugada y de color rojo la exterior, lisa e incolora la interior y con guía de plástico resistente. Encima irá otra capa de arena con un espesor mínimo de 0,30 m, sobre la que se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos. A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo.

En las zonas de cruce de viales y en el acceso a centro de transformación se sustituirá la capa de arena por hormigón H-100.

#### 9.2.8.3.1 Zanjias para circuitos de Baja Tensión

En corriente continua de baja tensión, los circuitos discurrirán por el interior de la zanja y lo harán directamente enterrados sobre lecho de arena. La profundidad de estas zanjias en corriente continua será de 0,95 m de alto y una anchura de 0,30 y 0,60 m. En los casos en que se instalen gran cantidad de circuitos, las dimensiones se adaptarán a la cantidad de conductores o tubos seleccionados.

Se utilizarán tubo corrugado de  $\varnothing 75$  mm para los conductores de corriente continua de 10 mm<sup>2</sup> de sección, para los cruces con viales, cauces, etc.

En la zanja irá un cable de 50 mm<sup>2</sup> de Cu para la conexión a tierra de las estructuras y masa módulos.

#### 9.2.8.3.2 Zanja para Circuitos de Antiintrusismo y Servicios Auxiliares

Se realizará una zanja para albergar dos tubos corrugados de  $\varnothing 63$  mm para servicios auxiliares y de  $\varnothing 63$  mm para comunicaciones. Esta zanja tendrá unas dimensiones de 0,6 metros de profundidad y 0,3 metros de anchura.

La zanja discurrirá por todo el perímetro de la planta paralela al vallado hasta conectar con el transformador de servicios auxiliares de la subestación eléctrica.

#### 9.2.8.4 Arquetas

Para facilitar el tendido de los cables de corriente continua, se instalarán arquetas registrables en los extremos de los tracker.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección de los tubos, también se instalarán arquetas.

Las dimensiones interiores mínimas de las arquetas serán de 40 x 40 cm, siendo la profundidad mínima de la arqueta de 60 cm.

Las arquetas se ejecutarán con paredes laterales de ladrillo macizo enfoscado o de hormigón HM-25 y un espesor mínimo de paredes de 10 cm. El fondo de la arqueta estará formado por el propio terreno.

Todas las arquetas irán dotadas de marco y tapa de fundición dúctil.

#### 9.2.8.5 Cerramiento

El vallado a instalar será de **tipo cinegético con trampillas y paneles anticolidión..**

La instalación de los cerramientos cinegéticos de gestión, así como sus elementos de sujeción y anclaje, y la modificación y reposición de los existentes, se realizará de tal forma que no impidan el tránsito de la fauna silvestre no cinegética presente en la zona.

Características técnicas de la Valla:

- Malla simple torsión galvanizada en caliente de forma romboidal.
- La malla estará elaborada con alambre galvanizado según la norma UNE En-10218-2.
- La resistencia mínima de los alambres será de 50 kg/mm<sup>2</sup>.
- Luz de malla, como mínimo 50 mm.
- La altura mínima del vallado será de 2 m.

La malla se soportará sobre alambre galvanizados, tensados sobre postes de dimensiones apropiadas a la altura del cerramiento. La fijación de la malla a los alambres de soporte se realiza mediante atado de alambre galvanizado de menor calibre o grapas de unión.

En el vallado se instalarán trampillas de 30x20 cm para permitir la salida de mamíferos, disminuyendo el efecto barrera que pueda suponer el cerramiento.

Se instalarán dos hileras de paneles anti-colisión de aves de 20x20 cm cada 2m y una separación de las hileras de 0,20 m.

#### **Postes:**

Las características técnicas del poste de la valla serán:

- Poste conformado en frío con chapa galvanizada de espesor mínimo de 1,25 mm.
- Pestaña con taladrado para paso de alambre para instalación de malla de cerramiento que le confiera rigidez.
- Garra para inserción en cimentación, troquelada en el pie del poste, que se abra fácilmente en el momento del montaje.

- Sistema de protección anticorrosivo de las siguientes características: Espesor mínimo de galvanizado de 85 micras tanto en los elementos estructurales como en los accesorios.
- Irán sujetos al terreno mediante hincado directo.

La longitud total del vallado de la instalación será de **1.435 metros** lineales, cerrando una superficie de **13,13 hectáreas**.

#### **Puertas de acceso:**

Las puertas estarán compuestas por dos hojas de 2 m de altura mínima y 2,5 m de anchura mínima cada una, con lo que permitirán un ancho de paso de 4,9 m mínimo. Estarán abisagradas en unos postes de 2 m de altura mínima. La apertura de las puertas será de 180º, permitiendo una disponibilidad total del espacio de paso. La apertura deberá poder ser tanto al exterior como al interior. El cierre de la hoja se conseguirá mediante pestillo al suelo, sobre una cajera tubular.

El cerramiento tendrá en sus puertas señales normalizadas de advertencia de riesgo eléctrico.

Se instalarán un total de 1 acceso para el vallado que compone la instalación.

### 9.2.9 Servicios complementarios

#### 9.2.9.1 *Servicios auxiliares*

La función de los servicios auxiliares es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión, necesario para la explotación y mantenimiento de todos los equipos de la instalación.

Los servicios auxiliares de los centros de transformación, se instalarán en el interior del propio centro. En cambio, la energía necesaria para la alimentación de los servicios auxiliares de los equipos de antiintrusismo, será aportada por el transformador de SS.AA. de la Subestación.

#### 9.2.9.2 *Iluminación*

Los equipos a instalar para la iluminación son para seguridad nocturna.

Se utilizarán dos tipos de proyectores, cuatro (4) **proyectores LED** de iluminación para la zona del Centro de Transformación y Caseta de Comunicaciones.

Los proyectores LED, se encenderán en la noche aquellos días que los operarios utilicen el Centro de Transformación, por lo tanto, se encenderá eventualmente.

Se instalarán en el Centro de transformación y Caseta de Comunicaciones a una altura de 4 m.

Características:

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| • Número de proyectores: | 4 unidades          |
| • Marca:                 | Mean Well o similar |
| • Modelo:                | KS-4                |
| • Potencia:              | 160 W               |
| • Flujo luminoso:        | 24.000 lm           |

- Peso: 12,5 kg
- Medidas: 479 x 330 x 160 mm
- Sistema: 4 microled plus 32 Vdc
- Vida útil: 100.000 h
- Eficiencia: 92 %
- Protección: IP66, IK08, TIPO I

Las instalaciones de alumbrado exterior cumplirán los valores máximos de los parámetros luminotécnicos establecidos en la legislación de aplicación, Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07.

Se limitarán los trabajos con maquinaria a las horas en las que se disponga de iluminación natural.

Las luminarias exteriores cumplirán los siguientes requisitos:

- Se utilizarán luminarias de luz cálida (2700K). Se evitará así el uso de luminarias de color blanco o azul.
- Se deberá limitar el flujo hemisférico superior instalado de una luminaria o proyector al 0% para tecnología LED e inferior al 0,5% para fuentes de luz de descarga.
- Los proyectores serán asimétricos y con la orientación adecuada que evite la emisión de luz directa hacia el cielo, asegurando el envío de la luz hacia la zona que se desea iluminar.
- La iluminación tendrá los niveles necesarios para garantizar la seguridad en las zonas iluminadas durante la noche.
- El uso de los proyectores para la iluminación de la zona del Centro de Transformación y Caseta de Comunicaciones se limitará a los horarios nocturnos, programando su encendido y apagado en función del horario. Dicha iluminación permanecerá apagada en las horas sin actividad.

### 9.2.9.3 Seguridad

Los bienes que se encuentran dentro del recinto a proteger son, principalmente, módulos fotovoltaicos, cable de cobre e inversores.

Si bien el valor de una instalación solar fotovoltaica es muy elevado, los bienes cuya sustracción es factible en un solo robo no suelen suponer un importe muy sustancial. Sin embargo, la baja capacitación necesaria para realizar este tipo de ataques, así como la facilidad y seguridad que les da a cierto tipo de delincuentes la situación aislada de la planta, hace que la frecuencia con la que es posible sufrir un ataque sea suficientemente importante para que la instalación de seguridad constituya una parte fundamental del proyecto fotovoltaico.

Nivel de Seguridad mediante CCTV con Video Análisis y cámaras térmicas, consiste en:

- El Parque Solar Fotovoltaico dispondrá de un vallado perimetral.
- La transmisión de señal se realizará con fibra óptica monomodo.

- Cada báculo/columna dispondrá de un armario que albergará dispositivos electrónicos para el funcionamiento de cámaras TV.
- Paralelo al vallado se instalará un Sistema de Seguridad con cámaras térmicas y día/noche, ubicadas en báculos/columnas de 4 metros de altura.
- Se instalarán focos IR para ayuda a la visualización de cámaras TV.
- Se instalará Sistema de Videoanalítica inteligente (videoanálisis)
- Se instalará Sistema de Seguridad (Alarma Grado 3) en Centro de Trnaforación con doble vía de transmisión 4G/IP, con conexión a C.R.A. (Central Receptora de Alarma).
- El Sistema de Seguridad estará protegido con un SAI (sistema de alimentación ninterrumpida) para mantener servicio de Red 220 v en caso de interrupción de suministro eléctrico.

Equipos utilizados principalmente:

- **2** Cámaras térmicas Dual IP con sensor térmico 384x288 Vox con lente de 35 mm.
- **3** Cámaras térmicas Dual IP con sensor térmico 384x288 Vox con lente de 25 mm.
- **1** Cámaras térmicas Dual IP con sensor térmico 384x288 Vox con lente de 17 mm.
- **1** Cámaras de visión IP 4 Mpx con lente Monitorizada de 2,8-12 mm con un rango de alcance de 50 m.
- **3** Focos de iluminación infrarroja. Rango de alcance 100 m, Apertura 30º-12V.
- **6** báculos de 4 m.
- **1** Cámara IP 4 Mpx 2.8 mm IR 30 m.

La central de intrusión será el elemento encargado de gestionar las señales de alarma, provenientes de los sistemas de detección, estará centralizada en el edificio de comunicaciones y vigilancia, en un Rack adaptado para ello.

En caso de intrusión, las cámaras enviarán una señal de aviso al centro integral de seguridad que hará que se active una alarma no acústica que llegará al Centro de Mando. El centro procederá a la verificación por los medios existentes, avisando en su caso a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc., además del responsable de la instalación.

La alimentación general del sistema será por red de corriente alterna de 220 V<sub>AC</sub> y 50Hz.

#### 9.2.9.4 Sistema de Control y Monitorización

Se utilizará un sistema de adquisición de datos que permita controlar todas las diferentes variables de la instalación, que facilitará al usuario información completa sobre el comportamiento general del sistema.

Se instalará una TCP-M recogerá todos los datos y mediante fibra óptica lo envía al Centro de Control ubicado en la Subestación Elevadora.

El software y su estructura de carpetas permitirán trabajar con las diferentes instalaciones fotovoltaicas a través de un único ordenador personal.

La comunicación se hará posible a través de una línea serie ethernet con conectores RS-485 mediante tarjetas de hardware adicionales y se podrá equipar el inversor, para la captación de entradas analógicas a través de las cuales será capaz de leer y almacenar los valores de cuatro señales

analógicas y medir la temperatura mediante sonda de temperatura instalada en la estación de meteorología.

Sean las señales dadas por una célula calibrada para la medida de la radiación solar y un captador de temperatura, la célula, por medio de un convertidor, podrá ofrecer un rango de tensiones que se corresponderá con un determinado rango de valores de radiación. Por medio de un sensor y un convertidor ofrecerá un rango de corrientes que se corresponderá con temperaturas dentro de un amplio intervalo.

Para la monitorización remota será necesaria la configuración del puerto serie del PC y del modem a través de los cuales se realizará la comunicación con los inversores, habrá que seleccionar el medio físico sobre el que se realizará la comunicación.

Para la configuración de la planta fotovoltaica cada inversor se identificará mediante una numeración de tipo binario que se le asignará a través de su teclado y display frontal.

Mediante el software de comunicación será posible la modificación de ciertos parámetros referentes al inversor. Se generarán informes con periodicidad diaria, semanal o mensual con información sobre la producción de energía, irradiación y alarmas que avisarán sobre incidencias en la instalación en el momento que ocurran y que el modem podrá enviar por SMS o GMS.

El inversor memorizará el valor promedio de los parámetros de monitorización cada quince minutos. Para poder almacenar y centralizar dichos datos en el PC, será necesario leerlos desde el inversor.

Las variables que se almacenarán y transmitirán serán las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a la red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los módulos y agrupaciones.
- Intensidad en los módulos y agrupaciones.
- Potencia activa en los módulos y agrupaciones.
- Factor de potencia.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Temperatura de los módulos.

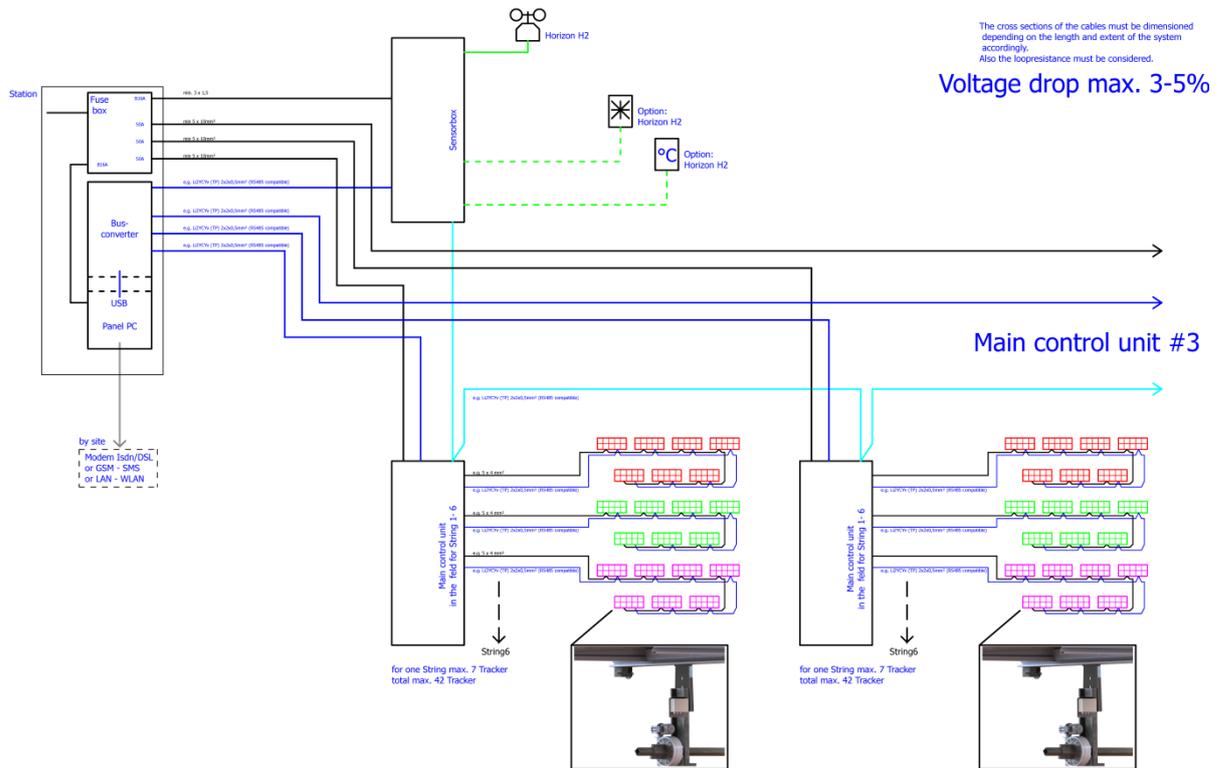


Imagen 9. Esquema de comunicaciones general.

### Control de seguidores

Contaremos con cuadros de control del tracker (TCU = Tracker Control Unit) Controladas por cable de comunicaciones tipo SR 485.

### **SP160 POWERED & RS485 communication:**

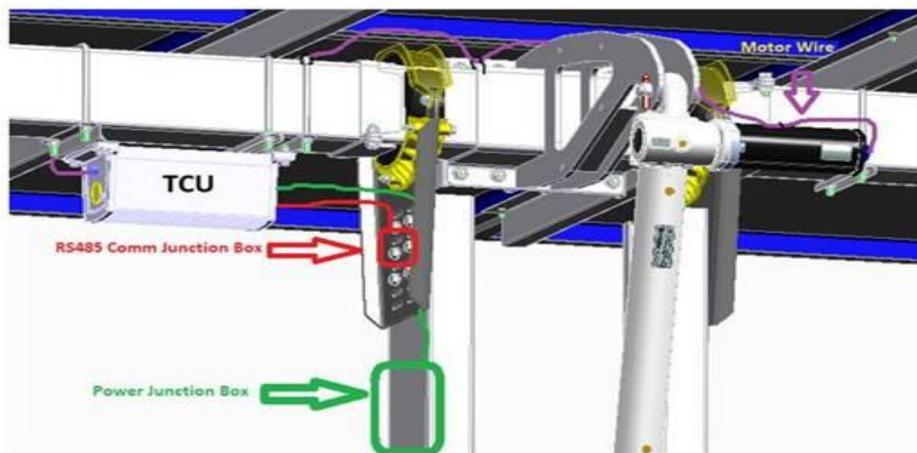


Imagen 10. Posición de la TCU (se puede alimentar de la red o puede ser autoalimentado)

En el centro de transformación, se instalarán las Estaciones básicas (NCU = Network Control Unit) (una por cada 120 TCU)

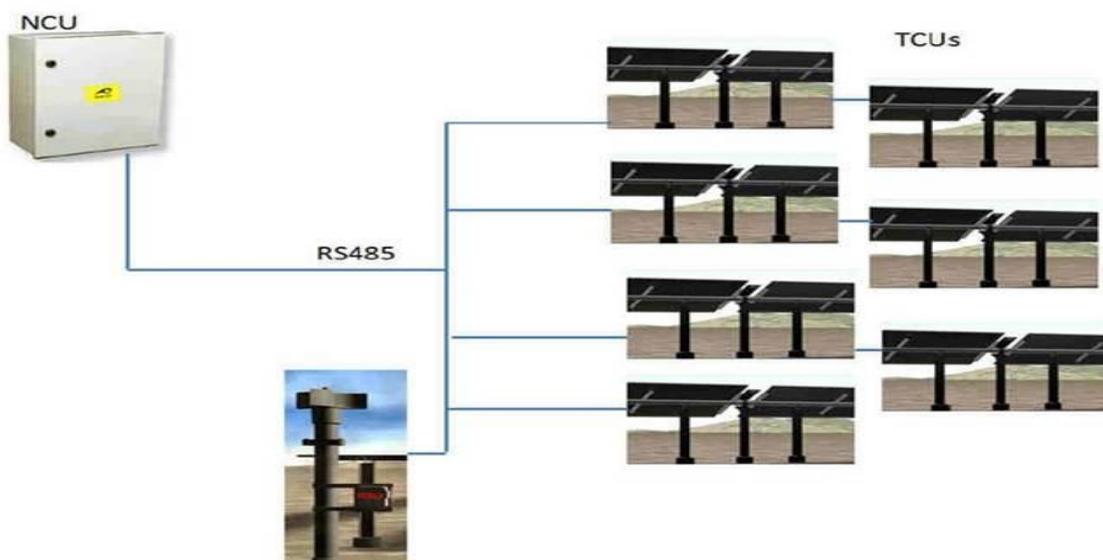


Imagen 11. Estación básica (NCU = Network Control Unit)

#### 9.2.9.5 Estación meteorológica

Para realizar las medidas de las prestaciones reales de la instalación se instalará una estación meteorológica formada por sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

La estación meteorológica estará equipada con:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos, con gran capacidad de almacenamiento y sistema de entradas - salidas analógicas/digitales. Contará de tener puerto para conexión modem GPRS, incluyendo todos los equipos necesarios para su conexión.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central, opción GPRS-IP, permitiendo comunicaciones vía red GPRS de telefonía móvil. También incluirá comunicación TCP/IP.
- Registro de parámetros en data-logger con una frecuencia de, al menos, 15 minutos.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro termoeléctrico de primera clase, situado en el plano horizontal.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire. Sensor de temperatura y humedad relativa del aire (Rango -30°C a + 70°C precisión 0,1 °C; 0-100% precisión +-3%).
- Torre y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1.5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- 4 Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- 2 células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos.
- Pluviómetro.
- Veleta y Anemómetro.
- Barómetro.
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y Comunicaciones.

La Estación dispondrá de un sistema de panel fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares del Centro de Transformación.

#### 9.2.10 Medidas correctoras

Las medidas correctoras se desarrollan en el documento ambiental que se adjunta complementariamente en la solicitud administrativa.

## 10 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LÍNEA EVACUACIÓN 30 KV

### 10.1 Descripción General

Del Centro de Transformación partirá una línea subterránea de MT en 30 KV hasta una celda ubicada en la Subestación Elevadora Común de varias plantas fotovoltaicas. Esta línea tendrá una longitud aproximada de 1.800 metros, siendo el conductor de cables unipolares aislados de 3x150 mm<sup>2</sup> con conductor de Aluminio de tensión asignada 18/30 KV RH5Z1-OL (S) y pantalla de 16 mm<sup>2</sup> en Aluminio.

La línea de evacuación objeto del presente proyecto transcurre en su recorrido por el término municipal de Padiernos y Niharra, en la provincia de Ávila.

Tabla 9. Datos generales.

LÍNEA MT 30 KV	
LONGITUD	1.800 m
CONDUCTOR	18/30 KV RH5Z1-OL (S) 3X(1X150) + Al H16 mm <sup>2</sup>

### 10.2 Localización

La línea de MT, se corresponde a una línea subterránea a 30 kV, que une el Centro de Transformación ubicado en la planta fotovoltaica con la Subestación Elevadora Común de varias plantas fotovoltaicas.

Las coordenadas siguientes referidas al Datum ETRS89 Huso 30, indican el emplazamiento:

- Origen de la Línea (Centro de Transformación de Planta Fotovoltaica):

$$X = 341.442 \quad Y = 4.495.486$$

- Final de la Línea (Celda en Subestación Elevadora 30/132 KV):

$$X = 342.349 \quad Y = 4.495.569$$

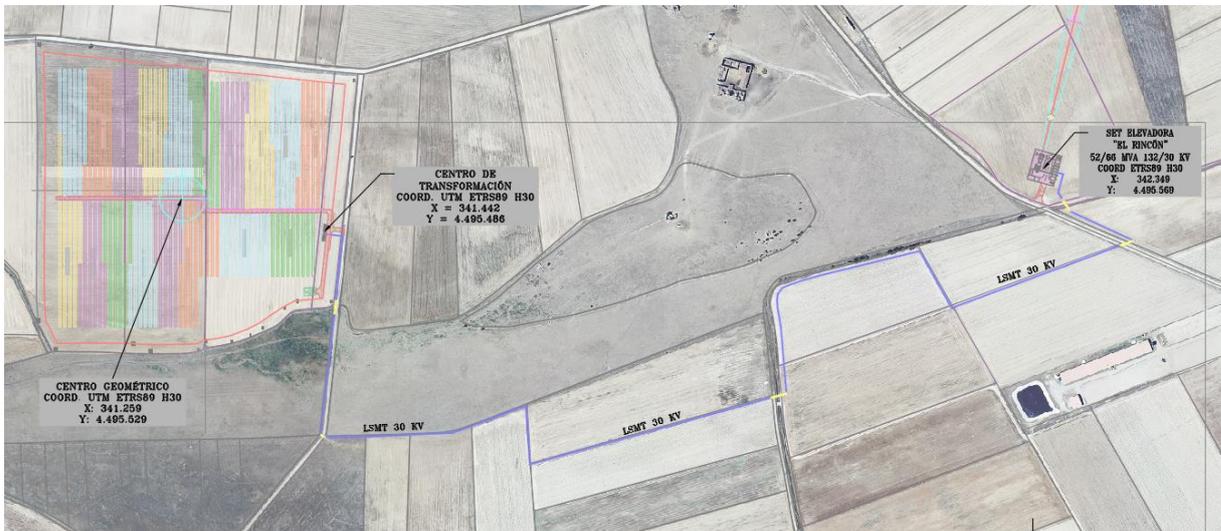


Imagen 12. Emplazamiento de las instalaciones.

### 10.3 Trazado

Desde el centro de transformación de la Planta Fotovoltaica "EL RINCÓN FV", se proyecta una línea subterránea a 30 kV con un único circuito para evacuar la energía producida en la Subestación Elevadora 132/30 KV Común de varias plantas fotovoltaicas, que transcurre por los términos municipales de Padiernos y Niharra (Ávila).

Las características principales de dicha línea de evacuación se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 10. Conductor y canalizaciones.

DENOMINACIÓN CABLE	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	CANALIZACIÓN / CONFIGURACIÓN LÍNEA
AL HEPRZ1 18/30 kV Al RH5Z1-OL (S) Al+H16	Línea trifásica con cable unipolar subterráneo de media tensión 30 kV con conductor de aluminio de 150 mm <sup>2</sup> de sección y pantalla de cobre de 16 mm <sup>2</sup> .	1.800 m	Conductores directamente enterrados en zanja

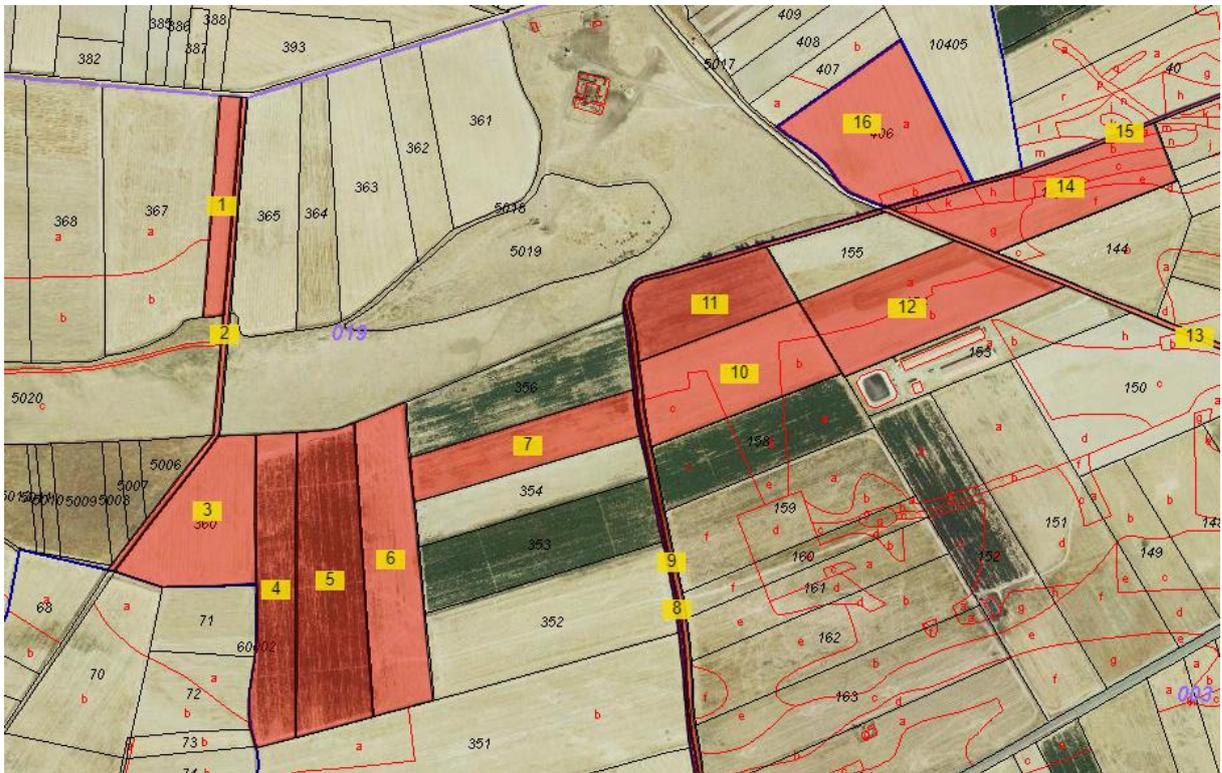
En la tabla anterior se indica que los conductores en la parte subterránea se instalarán directamente enterrados, aunque puntualmente en los cruzamientos con otro tipo de infraestructuras la zanja donde se instalen se hormigonará y por tanto se instalarán bajo tubo.

#### 10.4 Relación de parcelas afectadas

Los terrenos afectados por la instalación de la línea de evacuación en el término municipal de Padiernos y Niharra (Ávila), son los siguientes:

Tabla 11. Parcelas afectadas Línea MT.

Nº Parcela en Proyecto	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Observación
1	Padiernos	Ávila	19	366	05176A019003660000WJ	Parcela de Planta Fotovoltaica
2	Padiernos	Ávila	19	9002	05176A019090020000WR	Camino de Solosancho
3	Padiernos	Ávila	19	360	05176A019003600000WO	Rústico. Agrario. Secano
4	Padiernos	Ávila	19	359	05176A019003590000WR	Rústico. Agrario. Secano
5	Padiernos	Ávila	19	358	05176A019003580000WK	Rústico. Agrario. Secano
6	Padiernos	Ávila	19	357	05176A019003570000WO	Rústico. Agrario. Secano
7	Padiernos	Ávila	19	355	05176A019003550000WT	Rústico. Agrario. Secano
8	Niharra	Ávila	3	9018	05172A003090180000OK	Camino
9	Niharra	Ávila	3	9020	05172A003090200000OO	Desagüe natural
10	Niharra	Ávila	3	157	05172A003001570000OD	Rústico. Agrario. Secano
11	Niharra	Ávila	3	156	05172A003001560000OR	Rústico. Agrario. Secano
12	Niharra	Ávila	3	154	05172A003001540000OO	Rústico. Agrario. Secano
13	Niharra	Ávila	3	9002	05172A003090020000OH	Camino a Muñogalindo
14	Niharra	Ávila	3	145	05172A003001450000OQ	Rústico. Agrario. Secano
15	Niharra	Ávila	3	9019	05172A003090190000OR	Desagüe natural
16	Padiernos	Ávila	19	406	05176A019004060000WA	Rústico. Agrario. Secano. Parcela Subestación



*Imagen 13. Parcelas afectadas Línea MT.*

## 10.5 Características de la instalación eléctrica

### 10.5.1 Descripción de la instalación.

La función de la línea de evacuación de media tensión es la de recoger toda la energía producida por la Planta Fotovoltaica y convertida en el Centro de transformación de 800 a 30.000 kV.

La línea discurre de forma subterránea con los conductores directamente enterrados, uniendo el transformador del Centro de Transformación con la Subestación Elevadora.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de M.T. se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la planta fotovoltaica.

La pantalla metálica será puesta a tierra en el Centro de Transformación y además en la llegada a la Subestación y en general, en cualquier instalación de media tensión donde el conductor haga entrada o salida.

La entrada de los cables a la celda de la Subestación se realizará con la ayuda de terminales enchufables de conexión reforzada apantallados (atornillables) acodados.

Se utilizará conductor AI RH5Z1-OL (S) 3x(1x150) + AI H16.

### 10.5.2 Datos Generales.

Se utilizarán los siguientes datos para obtener la sección del conductor:

• Tensión nominal de la red (S)	30 kV
• Potencia CT	6.600 kW
• Capacidad de Evacuación	6.000 kW
• Longitud	1.800 m
• Pérdidas	≤ 1%
• Frecuencia (f)	50 Hz
• Factor de potencia (cos φ)	0,95
• Tipo de cable	RH5Z1 con aislamiento XLPE conductor de aluminio y pantalla de aluminio.
• C.d.t. máxima admisible en régimen permanente (u)	5%.
• Sistema de instalación entubados en zanja.	3 cables unipolares
• Profundidad de enterramiento (h)	1 m
• Temperatura del terreno ( $\theta_t$ )	25°C
• Tipo de terreno	Seco
• Resistividad térmica del terreno ( $\rho$ )	1,5 K.m/W
• Tiempo de disparo de las protecciones a cortocircuito y defectos a tierra	(tcc) 0,5 s.

### 10.5.3 Datos del conductor de fase.

El conductor seleccionado es de Aluminio y tienen las siguientes características:

- <b>Sección total (mm<sup>2</sup>):</b>	<b>150</b>
- Denominación:	<b>Al-RH5Z1 3x(1x150) + H16 mm<sup>2</sup></b>
- Diámetro sobre aislamiento (mm):	27,50
- Diámetro exterior(mm):	38,50
- Intensidad max. Adm. Enterrada (A):	260
- Intensidad máx. Admiss. Reg. c.c. (A):	14,20
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):	0,2060
- Inductancia (Ohm/km):	0,35
- Peso del cable aproximado (kg/km):	1.380
- Radio mínimo de curvatura (mm):	660

Se utilizará conductor Al RH5Z1-OL (S) 3x(1x150) + Al H16.



*Imagen 14. Cable de Corriente Alterna de Media Tensión.*

### 10.5.4 Canalizaciones y zanjas

Las canalizaciones principalmente irán por terrenos privados, salvo en los cruzamientos por caminos públicos.

La línea objeto del presente proyecto discurre de forma subterránea en parte de su recorrido. Los conductores que componen la línea se instalarán en zanja a cielo abierto y se colocarán directamente enterrados, tal y como se describe a continuación. En lugares donde se den cruzamientos con servicios, como carreteras, arroyos, ramblas, caminos, etc. la instalación de los cables se realizará bajo tubo tal y como se indica en los planos detalle de zanjas.

El trazado de la línea se ha planteado por terrenos de dominio público, evitando en la medida de lo posible la implantación en parcelas privadas.

#### 10.5.4.1 *Zanjas para conductores directamente enterrados*

La zanja será de 1,0 metro de profundidad y de 0,4 metros de ancha. Se colocará una cama de arena de un espesor de 0,06 m, sobre la que se instalarán los cables que componen el circuito dispuestos en triángulo. Una vez colocado el cableado se cubrirá con arena hasta una profundidad de

0,20 metros. Sobre el relleno de arena se instalará una placa de protección mecánica de polietileno que deberá abarcar al menos la anchura de los cables. A continuación, se rellenará hasta el nivel del terreno con tierra seleccionada de la propia excavación de la zanja, colocando una cinta de señalización a una profundidad de 0,2 metros.

#### *10.5.4.2 Zanjas en los cruzamientos con caminos*

Los cruces se harán lo más perpendicularmente posible al eje, mediante una zanja de 1,2 m de profundidad y 0,60 m de anchura. Se instalará un tubo, de polietileno corrugado de doble pared con un diámetro de 160 mm para la fuerza y un tubo corrugado de  $\varnothing$  63 mm para el circuito de señal. Las canalizaciones se hormigonarán en toda la longitud del cruzamiento. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros tal y como marca la ITC-LAT-06 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

#### *10.5.4.3 Zanjas en los cruzamientos con acequias naturales, rambla y desagües naturales.*

Los cruces se harán lo más perpendicularmente posible al eje, mediante una zanja de 1,73 m de profundidad y 0,80 m de anchura. Se instalará un tubo, de polietileno corrugado de doble pared con un diámetro de 160 mm para la fuerza y un tubo corrugado de  $\varnothing$  63 mm para el circuito de señal. La profundidad, desde el lecho del cauce hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 1,5 metros.

### 10.5.5 Arquetas

Para facilitar el tendido de los cables de media tensión, en los tramos rectos se instalarán arquetas registrables, la distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones y cambios de dirección.

Las dimensiones interiores mínimas de la arqueta tipo A-1 será de 1,10 x 1,10 siendo la profundidad mínima de 1,20 m. Estas arquetas se utilizarán en el inicio y fin de los cruzamientos.

Se ejecutarán con paredes laterales de ladrillo macizo enfoscado o de hormigón HM-25 y un espesor mínimo de paredes de 10 cm. El fondo de la arqueta estará formado por el propio terreno.

Todas las arquetas irán dotadas de marco y tapa de fundición dúctil.

#### *10.5.5.1 Ubicación arquetas*

Se instalarán arquetas en el inicio y final de los cruzamientos para facilitar el mantenimiento y las posibles reparaciones.

En la siguiente tabla se indica la ubicación aproximada de las arquetas a instalar:

Tabla 12. Ubicación de arquetas.

NUMERACIÓN ARQUETAS	LUGAR	TIPO	COORDENADA X	COORDENADA Y
AQ1	Final de línea	A1	342.382	4.495.562

#### 10.5.6 Empalmes

Los empalmes y conexiones de los cables subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Estos se realizarán mediante empalmes contráctiles en frío unipolares.

#### 10.5.7 Conexión de Pantallas

En la Imagen. Se representa la conexión de las pantallas de los cables a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electromagnéticamente con el circuito formado por los conductores.

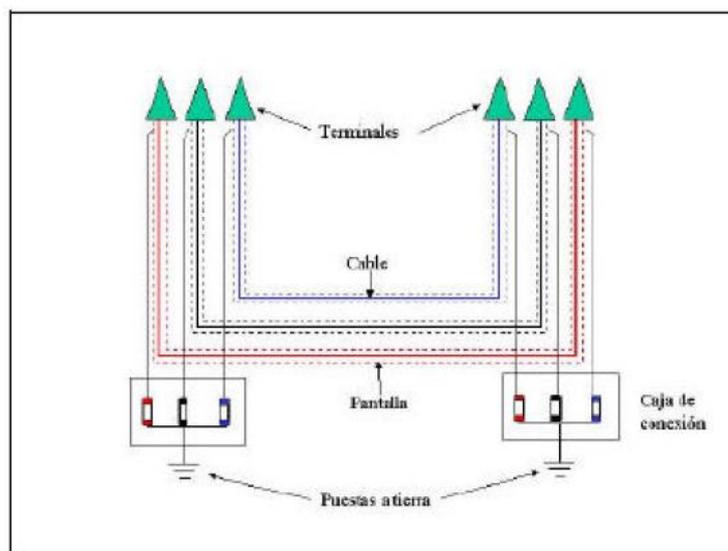


Imagen 15. Representación esquemática de una conexión solidly bonded.

#### 10.5.8 Condiciones en Cruzamientos y Paralelismos de Líneas Subterráneas

Cualquier contratista de obras que tenga que realizar trabajos de proyecto o construcción en vías públicas (calles, carreteras, etc.) estará obligado a solicitar a la empresa eléctrica (o empresas) que distribuya en aquella zona, así como a los posibles propietarios de servicios, la situación de sus instalaciones enterradas, con una antelación de 30 días antes de iniciar sus trabajos. Asimismo, la empresa eléctrica (o empresas) y los demás propietarios de servicios facilitarán estos datos en un plazo de 20 días. En aquellas zonas donde existan empresas dedicadas a la recogida de datos información y coordinación de servicios, serán estas las encargadas de aportar estos datos.

El contratista deberá comunicar el inicio de las obras a las empresas afectadas con una antelación mínima de 24 h.

En el caso de que las obras afecten, por proximidad o por incidencia directa, a canalizaciones eléctricas, el contratista de obras notificará a la empresa eléctrica afectada o al propietario de los servicios el inicio de las obras, con objeto de poder comprobar sobre el terreno las posibles incidencias. Se realizará conjuntamente el replanteo, para evitar posibles accidentes y desperfectos.

**A continuación, se indican las condiciones que se deben respetar para cumplir con el Reglamento Líneas Aéreas Alta Tensión (REAL DECRETO 223/2008)**

##### 10.5.8.1 *Cruzamientos*

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de MT.

#### **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.

#### **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.

### **Otros cables de energía eléctrica**

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 AT y otros cables de energía eléctrica será 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.

### **Cables de telecomunicación**

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.

### **Canalizaciones de agua**

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.

### **Canalizaciones de gas**

En los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

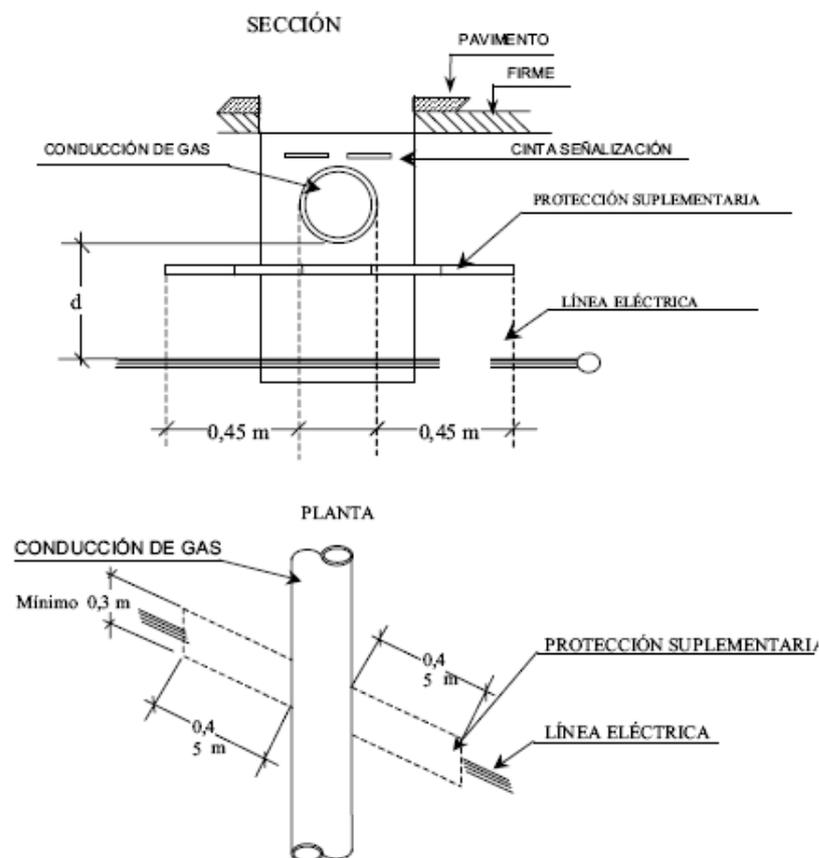
En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	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	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

*Imagen 16. Distancias a canalizaciones de gas.*

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.



*Imagen 17. Esquema distancias a canalizaciones de gas.*

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, 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.

#### **Conducciones de alcantarillado**

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 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.

#### **Depósitos de carburante**

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

#### **Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio**

La distancia entre los diferentes servicios será mínimo de 0,30 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica.

La entrada de las conexiones de servicio a los edificios tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta.

### **10.6 Proximidades y paralelismos**

Los cables subterráneos de Aluminio deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

### **Con otros cables de energía eléctrica**

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 AT del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia.

### **Cables de telecomunicación**

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.

### **Canalizaciones de agua**

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.

## Canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla siguiente. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla. Esta protección suplementaria a 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 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.

	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

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

Imagen 18. Distancias a canalizaciones de gas en paralelismos.

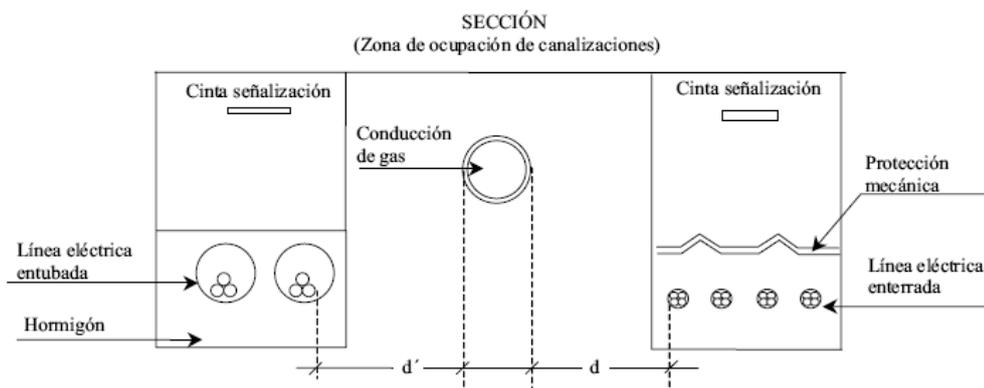


Imagen 19. Esquema distancias a canalizaciones de gas en paralelismos.

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

### **Acometidas (conexiones de servicio)**

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 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.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.1 como de A1 en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

## **11 PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

El plazo de inicio de las obras es inmediato una vez se dispongan de las pertinentes licencias de Obras y Autorizaciones Administrativas. El plazo de realización es de **269 días**.

En el **Anexo II.1** se indica el cronograma de realización de la obra.

## **12 CONCLUSIÓN**

Con el presente proyecto básico, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes actuaciones a realizar y haber aplicado la reglamentación correctamente, para la obtención de la Autorización Administrativa Previa y de Construcción y Declaración de utilidad Pública, de la planta fotovoltaica **“EL RINCÓN FV” y línea subterránea 30 KV de evacuación**, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.



# DOCUMENTO N° 2: ANEXOS

---

- II.1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.
- II.2. CÁLCULO GENERADOR FOTOVOLTAICO.
- II.3. CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.
- II.4. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA.
- II.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA EVACUACIÓN 30 KV.
- II.6. ESTUDIO GESTION RESIDUOS.
- II.7. IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS
- II.8. DESMANTELAMIENTO
- II.9. FICHA TÉCNICA.
  - II.9.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.
  - II.9.2 FICHA TÉCNICA. INVERSOR.

DOCUMENTO Nº 2.1:

---

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

---

En Albacete, a julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

---

## ÍNDICE

<b>1.- OBJETIVO.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- CRONOGRAMA. ....</b>	<b>3</b>

### **1.- OBJETIVO**

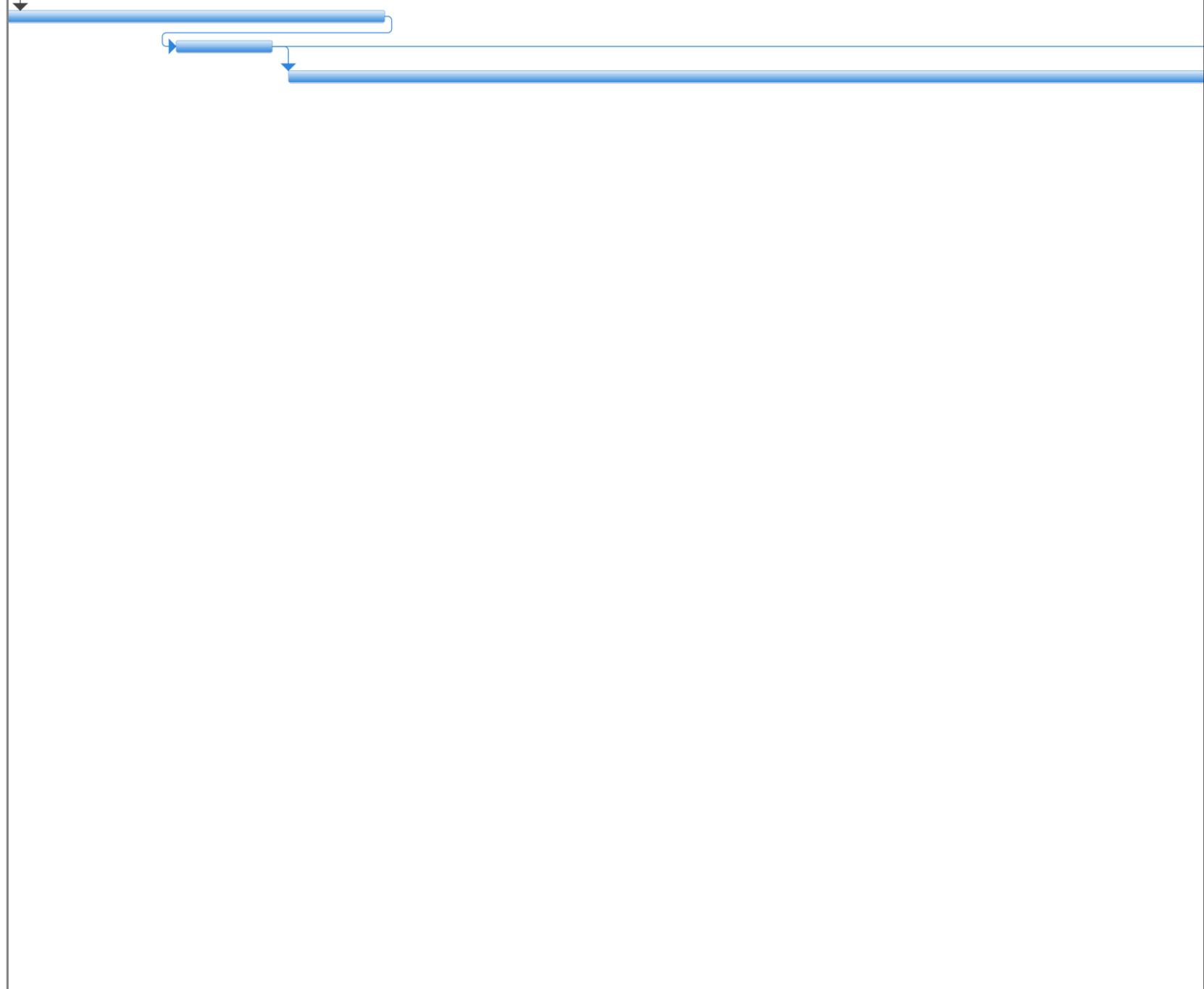
En el presente Anexo se ha realizado un Cronograma, mediante un diagrama de Gantt, con todas las fases de ejecución del proyecto de la Planta Fotovoltaica “EL RINCÓN FV”. Se estima un plazo de ejecución de 269 días.

### **2.- CRONOGRAMA**

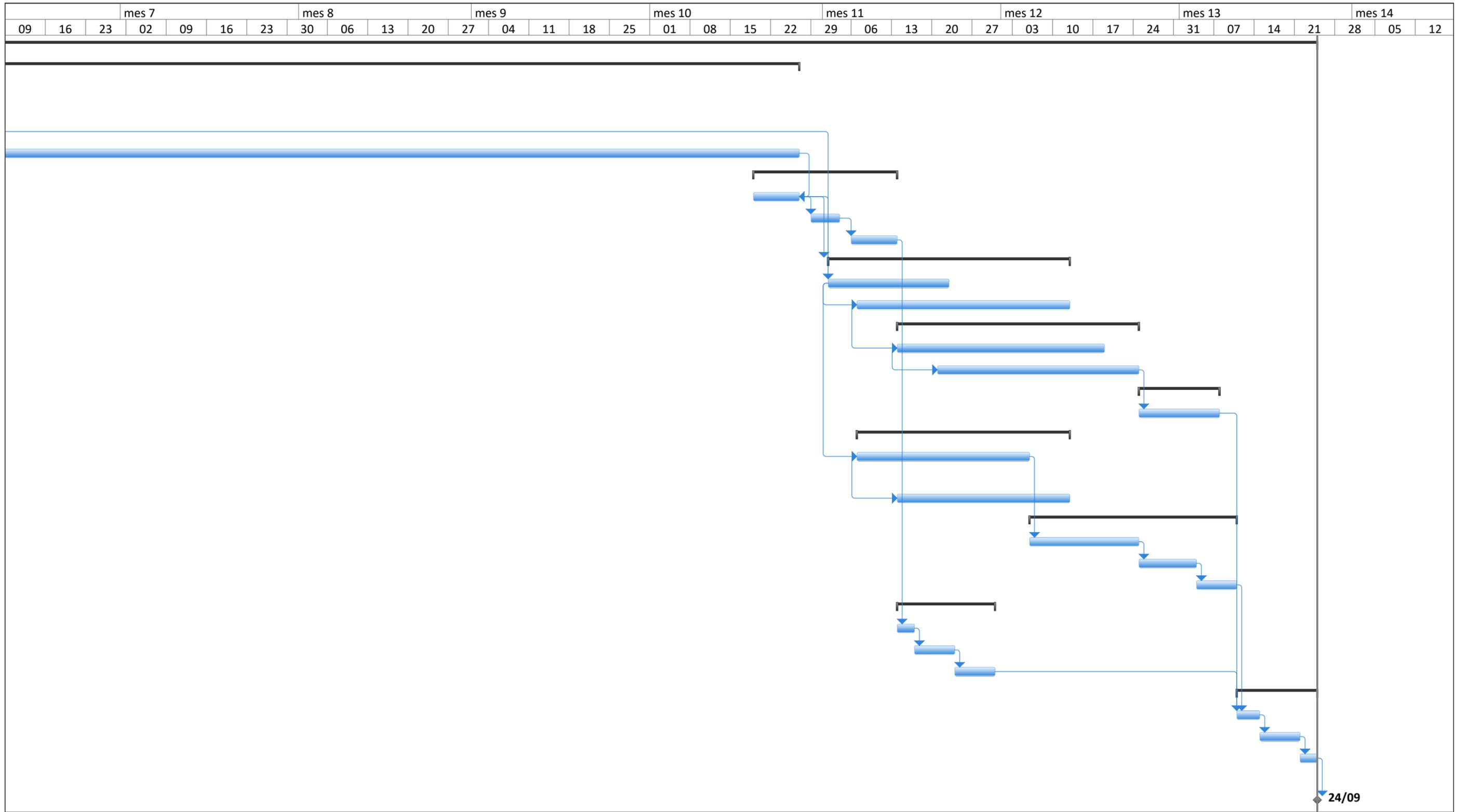
A continuación, se presenta el Diagrama de Gantt.

Id	Nombre	Duración	mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5				mes 6		
			01	08	15	22	29	06	13	20	27	03	10	17	24	01	08	15	22	29	05	12	19	26	02
1	<b>PLANTA FOTOVOLTAICA</b>	<b>269 días</b>																							
2	<b>TRABAJOS PREVIOS</b>	<b>205 días</b>																							
3	FIRMA CONTRATO EPC Y NTP	0 días																							
4	DESARROLLO INGENIERÍA DE DETALLE	35 días																							
5	GESTIÓN DE COMPRAS DE EQUIPOS PRINCIPALES	10 días																							
6	ENTREGA DE MATERIALES	9 mss																							
7	<b>ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO</b>	<b>17 días</b>																							
8	TALA Y DESBROCE	6 días																							
9	VALLADO PARCELA	5 días																							
10	CAMINOS DE ACCESO Y MANTENIMIENTO	6 días																							
11	<b>ESTRUCTURA SEGUIDOR A UN EJE</b>	<b>30 días</b>																							
12	HINCADO PIES SOPORTE DE ESTRUCTURAS	15 días																							
13	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	27 días																							
14	<b>MONTAJE Y CONEXIONADO PLACAS SOLARES</b>	<b>30 días</b>																							
15	MONTAJE Y ENSERiado DE PLACAS SOLARES EN ESTRUCTURAS	26 días																							
16	CABLEADO DE STRINGS A INVERSORES	25 días																							
17	<b>MONTAJE INVERSORES</b>	<b>10 días</b>																							
18	MONTAJE Y CONEXIONADO DE INVERSORES	10 días																							
19	<b>CANALIZACIÓN B.T.</b>	<b>27 días</b>																							
20	ZANJAS Y CANALIZACIONES DE CABLES DE STRINGS HASTA INVERSORES	22 días																							
21	TENDIDO DE CABLE PARA CONEXIÓN DE INVERSORES CON CTs	22 días																							
22	<b>EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA M.T.</b>	<b>26 días</b>																							
23	APERTURA ZANJAS M.T.	13 días																							
24	TENDIDO DE CABLES M.T.	8 días																							
25	RELLENO ZANJA M.T.	5 días																							
26	<b>CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CUADROS C.A.</b>	<b>13 días</b>																							
27	MONTAJE DE C. T. PREFABRICADOS	3 días																							
28	MONTAJE Y CONEXIONADO CUADRO GENERAL DE BT	5 días																							
29	MONTAJE Y CONEXIONADO TRANSFORMADOR	5 días																							
30	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES</b>	<b>10 días</b>																							
31	INSTALACIÓN DE SEGURIDAD	2 días																							
32	PRUEBAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS	5 días																							
33	PRUEBAS EN TENSIÓN CON SUMINISTRO A RED (1ª SINCRONIZACIÓN)	3 días																							
34	PUESTA EN SERVICIO COMERCIAL	0 días																							

15/09



Tarea		Hito externo		Informe de resumen manual		Hito de línea base	
División		Tarea inactiva		Resumen manual		Resumen de línea base	
Hito		Hito inactivo		Sólo el comienzo		Progreso	
Resumen		Resumen inactivo		Sólo fin		Progreso manual	
Resumen del proyecto		Tarea manual		Fecha límite			
Tareas externas		Sólo duración		Línea base			



Tarea		Hito externo		Informe de resumen manual		Hito de línea base	
División		Tarea inactiva		Resumen manual		Resumen de línea base	
Hito		Hito inactivo		Sólo el comienzo		Progreso	
Resumen		Resumen inactivo		Sólo fin		Progreso manual	
Resumen del proyecto		Tarea manual		Fecha límite			
Tareas externas		Sólo duración		Línea base			

DOCUMENTO N<sup>o</sup> 2.2:

---

CÁLCULOS GENERADOR FOTOVOLTAICO

---

En Albacete, a julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

N<sup>o</sup> Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

1.	EMPLAZAMIENTO.....	4
2.	PARÁMETROS DE SIMULACIÓN.....	4
3.	PÉRDIDAS.....	5
4.	SIMULACIÓN SIN SOLAPAMIENTO ENERGÉTICO DE PARQUE EÓLICO .....	5
4.1.	ENERGÍA PRODUCIDA.....	5
5.	SIMULACIÓN CON SOLAPAMIENTO ENERGÉTICO DE PARQUE EÓLICO .....	7
5.1.	ENERGÍA PRODUCIDA.....	7
6.	DIMENSIONAMIENTO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	7
6.1.	Módulo Fotovoltaico .....	7
6.2.	Inversor.....	8
6.1.	Determinación del número máximo de módulos .....	9
6.2.	Determinación del número de string por inversor.....	10
7.	CÁLCULO DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN (CC Y CA) .....	11
7.1.	MÉTODO DE CÁLCULO .....	11
7.2.	FÓRMULAS.....	16
7.2.1.	INTENSIDADES.....	16
7.2.2.	SECCIÓN.....	17
7.2.3.	CAÍDA DE TENSIÓN .....	18
7.3.	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA .....	18
7.3.1.	CONDUCTORES DESDE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HASTA INVERSOR .....	18
7.4.	CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA .....	20
7.4.1.	TABLAS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LÍNEAS DE STRING A INVERSOR .....	20

8.	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA.....	71
8.1.	CONDUCTORES DESDE INVERSORES HASTA CGBT .....	71
8.2.	CÁLCULOS Y CRITERIOS A TRAVÉS DE LA CORRIENTE ALTERNA PARA LAS LÍNEAS DESDE LOS INVERSORES AL CGP-1. ....	71
8.3.	TABLAS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LÍNEAS DE INVERSOR A CGP .....	72
9.	CÁLCULO DE CONDUCTORES DESDE CGBT HASTA TRAFO DE POTENCIA.....	74
9.1.	CÁLCULOS Y CRITERIOS A TRAVÉS DE LA CORRIENTE ALTERNA PARA LAS LÍNEAS DESDE EL CGBT AL TRAFO 1 Y 2.....	74
9.2.	TABLA DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LÍNEA DE CGBT A TRAFO DE POTENCIA.....	75
10.	SELECCIÓN DE PROTECCIONES EN BT .....	76
10.1.	EN EL LADO DE CORRIENTE CONTINUA .....	76
10.1.1.	PROTECCIÓN LÍNEA DE STRING .....	76
10.2.	EN EL LADO DE CORRIENTE ALTERNA .....	76
10.2.1.	ENTRE INVERSOR Y CGBT .....	76
10.2.2.	ENTRE CGBT Y TRANSFORMADOR DE POTENCIA .....	77

## 1. EMPLAZAMIENTO

Lugar geográfico:	Padiernos, provincia de Ávila
Latitud:	40.60° Norte
Longitud:	-4,88° Este
Altitud:	1.104 m
Albedo:	0,20

## 2. PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

### Models used

Transposition	Perez
Diffuse	Perez, Meteonorm
Circumsolar	separate

### Horizon

Free Horizon

### Near Shadings

No Shadings

### User's needs

Unlimited load (grid)

### Bifacial system

Model	2D Calculation unlimited trackers
-------	--------------------------------------

### Bifacial model geometry

Tracker Spacing	6.45 m
Tracker width	2.42 m
GCR	37.6 %
Axis height above ground	2.10 m

### Bifacial model definitions

Ground albedo	0.30
Bifaciality factor	80 %
Rear shading factor	5.0 %
Rear mismatch loss	10.0 %
Shed transparent fraction	0.0 %

### Grid power limitation

Active power	6000 kWac
Pnom ratio	1.202

### PV module

Manufacturer	Generic
Model	TSM-DEG21C-20-650Wp Vertex (Custom parameters definition)
Unit Nom. Power	650 Wp
Number of PV modules	11100 units
Nominal (STC)	7215 kWp
Modules	370 Strings x 30 In series
<b>At operating cond. (50°C)</b>	
Pmpp	6611 kWp
U mpp	1028 V
I mpp	6431 A

### Total PV power

Nominal (STC)	7215 kWp
Total	11100 modules
Module area	34481 m <sup>2</sup>

### Inverter

Manufacturer	Generic
Model	SG350-HX (Original PVsyst database)
Unit Nom. Power	350 kWac
Number of inverters	18 units
Total power	6300 kWac
Operating voltage	500-1450 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.15
Power sharing within this inverter	

### Total inverter power

Total power	6300 kWac
Number of inverters	18 units
Pnom ratio	1.15

### 3. PÉRDIDAS

#### Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance  
Uc (const) 20.0 W/m²K  
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

#### DC wiring losses

Global array res. 2.6 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

#### Module Quality Loss

Loss Fraction -0.4 %

#### Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

#### Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.2 %

#### IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

### 4. SIMULACIÓN SIN SOLAPAMIENTO ENERGÉTICO DE PARQUE EÓLICO

#### 4.1. ENERGÍA PRODUCIDA

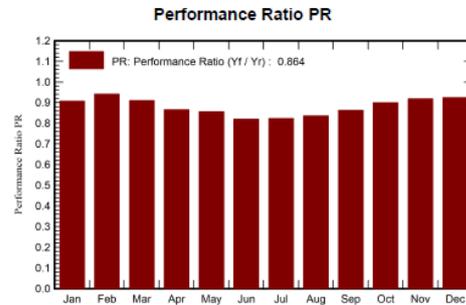
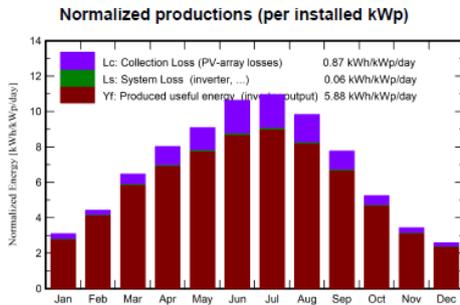
En la siguiente simulación, se ha obtenido la energía que inyectaría en la red, sin tener en cuenta el solapamiento con el parque eólico.

#### System Production

Produced Energy 15492851 kWh/year

Specific production  
Perf. Ratio PR

2147 kWh/kWp/year  
86.45 %

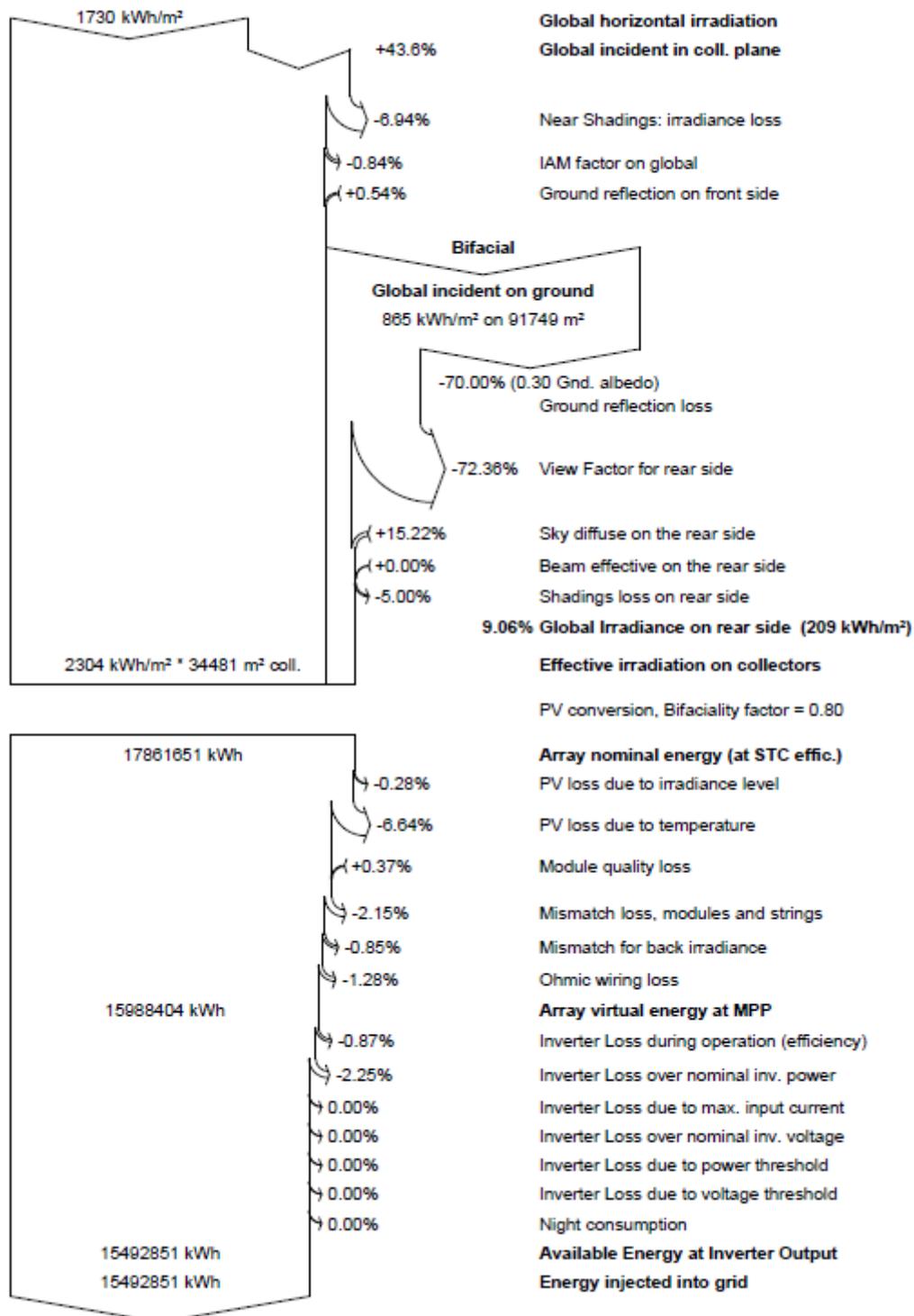


#### Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	62.5	24.96	2.38	96.1	84.3	635155	628333	0.906
February	86.7	32.00	3.52	123.8	114.1	849461	841560	0.942
March	137.6	49.94	6.86	200.3	183.6	1327453	1315616	0.910
April	170.5	60.86	9.31	240.5	224.6	1518421	1503590	0.866
May	204.5	73.74	14.01	281.5	264.7	1757107	1740279	0.857
June	225.7	65.40	19.19	318.8	299.0	1903742	1885654	0.820
July	240.0	56.65	22.06	339.9	322.5	2036804	2017505	0.823
August	211.3	56.40	21.49	304.8	285.1	1856385	1839400	0.836
September	156.6	47.39	16.89	232.9	214.2	1463401	1450470	0.863
October	111.3	41.32	12.01	162.5	148.5	1064509	1054789	0.900
November	69.8	27.27	5.88	102.9	92.5	688809	681592	0.918
December	53.9	22.56	3.02	80.1	71.3	540135	534062	0.924
Year	1730.3	558.49	11.43	2484.0	2304.5	15641381	15492851	0.864

#### Legends

GlobHor Global horizontal irradiation  
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation  
 T\_Amb Ambient Temperature  
 GlobInc Global incident in coll. plane  
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings  
 EArray Effective energy at the output of the array  
 E\_Grid Energy injected into grid  
 PR Performance Ratio



## 5. SIMULACIÓN CON SOLAPAMIENTO ENERGÉTICO DE PARQUE EÓLICO

### 5.1. ENERGÍA PRODUCIDA

En la siguiente simulación, se ha obtenido la energía que se inyectaría en la red, teniendo en cuenta el solapamiento con el parque eólico.

El método utilizado ha sido, mediante los datos de viento reales y la simulación fotovoltaica, se ha obtenido cuando se solapa la energía eólica con la fotovoltaica y ésta se ha restado a la fotovoltaica y se obtiene la energía inyectada en red de la planta fotovoltaica.

La energía generada por el parque eólico, se ha considerado el año del 2019, como el año de mayor generación, por lo tanto, hay un mayor número de horas de solapamiento. En ese año el parque eólico ha inyectado a red 19.155 MWh/año y se ha solapado **1.726 MWh/año**, siendo un 5 % de toda la energía generada por el PE y la PFV. Por lo tanto, la energía que inyectaría la PFV sería de **13.768 MWh/año**.

## 6. DIMENSIONAMIENTO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

### 6.1. Módulo Fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado es el modelo **TSM-DEG21C.20-650M** de 650 Wp del fabricante TRINA SOLAR o similar. Las características del módulo fotovoltaico elegido se muestran a continuación.

#### **Características Eléctricas:**

- Tecnología celular:	Silicio monocristalino
- Potencia:	650 Wp
- Eficiencia del módulo:	21,4 %
- Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmpp):	37,7 V
- Corriente Punto de Máxima Potencia (Impp):	17,27 A
- Corriente de Cortocircuito (Isc):	18,35 A
- Tensión de Circuito Abierto (Voc):	45,5 V
- Coeficiente de Temperatura de Isc ( $\alpha$ ):	+0,04 %/C
- Coeficiente de Temperatura de Voc ( $\beta$ ):	-0,25 %/C
- Coeficiente de Temperatura de P ( $\gamma$ ):	-0,34 %/C
- Máxima Tensión del Sistema:	1.500 V <sub>cc</sub>
- Temperatura de trabajo entre:	43 ± 2%°C
- Temperatura de trabajo entre:	-40 °C y +85 °C

- **Características Físicas:**

- Dimensionamiento (mm):	2.384x1.303x33 mm
- Peso (aprox.):	38,3 kg

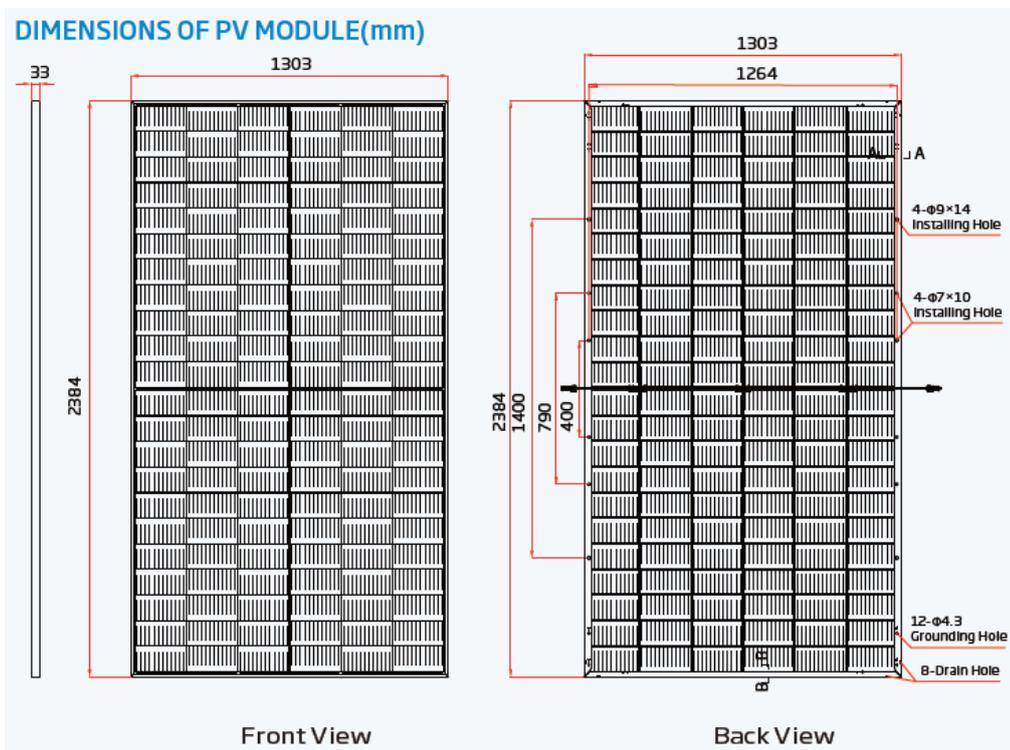


Imagen 1. Dimensiones físicas del módulo.

## 6.2. Inversor

El inversor que se instalará es el HEMK 600V FS3190K o similar con las siguientes características:

MPPT (Vdc)	500 V – 1.500 V
Máximo DC voltaje	1.500 V
Mínimo AC Voltaje	550 V
Máxima corriente en DC	40 A
Máxima corriente de cortocircuito DC	60 kA
Máxima corriente en AC	254 A

Tabla 1. Datos de entrada del inversor.

## 6.1. Determinación del número máximo de módulos

Para determinar el número máximo de módulos en serie que se instalarán en cada string se recurre a los datos proporcionados por el fabricante del módulo e inversor.

$$T_{celda}(T_{amb}) = T_{amb} + \left( \frac{(NOCT - 20) \cdot E}{800} \right)$$

$$V_{OC}(T_{mín\ celda}) = V_{OC,STC} \cdot \left( 1 - \frac{\beta_{V_{OC}}}{100} \cdot (T_{celda} - T_{STC}) \right)$$

$$V_{MPP}(T_{máx\ celda}) = V_{MPP,STC} \cdot \left( 1 - \frac{\beta_{V_{OC}}}{100} \cdot (T_{celda} - T_{STC}) \right)$$

$$N_{máx,panel-serie} = \frac{V_{máx}(inv)}{V_{OC}(T_{mín\ celda})}$$

$$N_{mín,panel-serie} = \frac{V_{mín}(inv)}{V_{MPP}(T_{máx\ celda})}$$

Cálculos:

$$T_{celda}(-10^{\circ}C) = -10 + \left( \frac{(45-20) \cdot 1000}{800} \right) = -6,87^{\circ}C$$

$$T_{celda}(60^{\circ}C) = 60 + \left( \frac{(45-20) \cdot 1000}{800} \right) = 88,12^{\circ}C$$

$$N_{máx,panel-serie} = \frac{1.500}{45,5 \cdot \left( 1 - \frac{(-0,275)}{100} \cdot (25 + 6,87) \right)} = \frac{1.500}{49,13} = 30 \text{ módulos}$$

$$N_{mín,panel-serie} = \frac{500}{37,7 \cdot \left( 1 - \frac{(-0,275)}{100} \cdot (25 - 88,12) \right)} = \frac{500}{31,75} = 16 \text{ módulos}$$

Se han elegido **30 módulos** en serie.

Se comprueba que el número de módulos en serie del string para el modelo de panel e inversor seleccionado cumple con los requisitos de tensión máxima de entrada y tensión mínima de funcionamiento.

$$V_{mpp}(20^{\circ}C) \cdot N^{\circ}módulos = \left( 41,8 \cdot \left( 1 - \frac{(-0,275)}{100} \cdot (25 - 20) \right) \right) \cdot 30 = 1.136 \text{ V}$$

$$V_{mpp}(88,12^{\circ}C) \cdot N^{\circ}módulos = \left( 41,8 \cdot \left( 1 - \frac{(-0,275)}{100} \cdot (25 - 88,12) \right) \right) \cdot 30 = 952 \text{ V}$$

$$V_{OC}(-6,87^{\circ}C) \cdot N^{\circ}módulos = \left( 49,75 \cdot \left( 1 - \frac{(-0,275)}{100} \cdot (25 + 6,87) \right) \right) \cdot 30 = 1.371 \text{ V}$$

A continuación, se comparan las tensiones en el string y la soportada por el inversor a diferentes temperaturas ambiente:

String = 30 módulos

**Voc (-10°C) = 1.371 V < 1.500 V (Vmax entrada Inversor)**

**Vmpp (60°C) = 952 V > 802 V (Vmin entrada Inversor)**

**Vmpp (20°C) = 1.136 V < 1.500 V (Vmpp\_max entrada Inversor)**

**Se comprueba que la elección de 30 módulos en serie cumple con los parámetros del inversor, por lo tanto, es válida la configuración.**

## **6.2. Determinación del número de string por inversor**

Viendo las características del inversor se observa que tiene 24 entradas y 12 MPPT, se deduce que tiene 2 entradas en cada MPPT y pudiendo conectar 21 string.

Ahora se comprueba si el inversor soporta la intensidad de 21 string:

$$I_{N\_strings\_MPPT} = N^{\circ} strings\_MPPT \cdot I_{string}$$

$$I_{N\_strings} < I_{m\acute{a}x\_MPPT(inv)}$$

$$2 \cdot 17,27 = 34,54 A < I_{m\acute{a}x inv} = 40 A$$

**Se comprueba que la intensidad que puede entrar al inversor en el MPPT es menor de la soportada. Por lo tanto, es válida la configuración de 21 string.**

## 7. CÁLCULO DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN (CC Y CA)

### 7.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Para determinar la sección de los cables utilizaremos tres métodos de cálculo distintos:

- Criterio de intensidad máxima admisible:

La temperatura del conductor del cable no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable.

Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

A la intensidad de diseño se le aplicará un factor de corrección, dependiendo de la temperatura ambiente o del terreno, agrupación de circuitos, resistividad del terreno y profundidad de la instalación.

Estos factores de corrección, se indican en las siguientes tablas:

<b>Tabla B.52.14. Factor de corrección para temperatura ambiente diferente a 30 °C (instalaciones al aire) (UNE-HD 60364-5-52:2014)</b>	
<b>Tª ambiente °C</b>	<b>Aislamiento</b>
	<b>XLPE y EPR</b>
10	1,15
15	1,12
20	1,08
25	1,04
30	1,00
35	0,96
40	0,91
45	0,87
50	0,82
55	0,76
60	0,71

Tabla B. 52.15 - Factor de corrección para temperatura ambiente del terreno diferente de 20°C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en contactos en el suelo (UNE-HD 60364-5-52:2014)											
Temperatura °C Servicio permanente $\theta_s$	Temperatura ambiente $\theta_t$ (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90 (termoestables) XLPE o EPR	1,07	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	0,71	0,95

Tabla B.52.16. Factor corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 k m/W. (aplicar al método D) (UNE-HD 60364-5-52:2014)									
Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno								
	0,5	0,7	1	1,5	2	2,2	2,5	3	
Cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1,06	1,00	0,90	
Cables bajo tubo enterrados	1,28	1,20	1,18	1,10	1,05	1,03	1,00	0,96	

Tabla B.52.17 - Factor de reducción para un circuito o para un grupo de más de un circuito.																		
Punto	Disposición (En contacto)	Nº de circuitos																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	20
1	Agrupados al aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente.	1,00	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,48	0,46	0,45	0,42	0,42	0,41	0,38
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas.	1,00	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69

**Tabla B.52.19 - Factor de reducción para más de un circuito, cables en conductos enterrados en el suelo. Método de instalación D1. (UNE-HD 60364-5-52:2014)**

**B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos**

Nº de circuitos	Distancia entre conductores (a)				
	0	0,125	0,25	0,5	1
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,80	0,85	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90
7	0,53	0,60	0,66	0,76	0,87
8	0,50	0,57	0,63	0,74	0,87
9	0,47	0,54	0,61	0,73	0,86
10	0,45	0,52	0,59	0,72	0,85
11	0,43	0,50	0,57	0,70	0,85
12	0,41	0,49	0,56	0,69	0,84
13	0,39	0,47	0,54	0,68	0,84
14	0,37	0,45	0,53	0,68	0,83
15	0,35	0,44	0,52	0,67	0,83
16	0,34	0,43	0,51	0,66	0,83
17	0,33	0,42	0,50	0,65	0,82
18	0,31	0,40	0,49	0,65	0,82
19	0,30	0,39	0,48	0,64	0,82
20	0,29	0,38	0,47	0,63	0,81

**Tabla 9 ITC BT 07 - Factores de corrección para diferentes profundidades de instalación distintas de 0,7 m.**

Profundidad de instalación (m)	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,70	1,80	1,90
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1,00	0,90	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,90	0,89	0,88

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

Instalación de referencia			Tabla y columna				
			Intensidad admisible para los circuitos simples				
			Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
			Número de conductores				
			2	3	2	3	
	Local	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	<b>A1</b>	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Local	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	<b>A2</b>	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
		Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	<b>B1</b>	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
		Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	<b>B2</b>	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
		Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	<b>C</b>	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
		Cable multiconductor en conductos enterrados	<b>D1</b>	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
		Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	<b>D2</b>				
		Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	<b>E</b>	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
		Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	<b>F</b>	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
		Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	<b>G</b>	Ver UNE-HD 60364-5-52			

**XLPE:** Polietileno reticulado (90°C)    **EPR:** Etileno-propileno (90°C)    **PVC:** Policloruro de vinilo (70°C)

– Criterio de la limitación de la caída de tensión en la Instalación:

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportado por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y en el extremo de la canalización.

Se ha estimado una caída de tensión media máxima de 1,5% en la parte de DC y de 1,5% para la parte de AC (desde inversor hasta trafo).

– Criterio de la intensidad de cortocircuito.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

La temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamiento termoplástico y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

Este criterio no es determinante en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

Intensidad admisible del conductor H1Z2Z2:

PRYSUN H1Z2Z2-K Cu			
Sección conductores (mm <sup>2</sup> )	I <sub>adm</sub> aire. Método de canalización C	I <sub>adm</sub> enterrado entubado Método de canalización D1	I <sub>adm</sub> Entubado al aire. Método de canalización B1
4	46	46	42
6	59	58	54
10	82	77	75
16	110	100	100
<b>FUENTE</b>	<b>PRYSMIAN</b>	<b>Norma UNE-HD 60364-5-52 Tabla B.52.3</b>	

Intensidad admisible del conductor XZ1:

XZ1 (S) - Al - 3 cables			
Sección conductores (mm <sup>2</sup> )	Iadm aire. Método de canalización C	Iadm enterrado Método de canalización D2	Iadm enterrado entubado Método de canalización D1
16	76	64	59
25	103	82	75
35	129	98	90
50	159	117	106
70	206	144	130
95	253	172	154
120	296	197	174
150	343	220	197
185	395	250	220
240	471	290	253
300	547	326	286
400	663	370	350
500	770	420	400
630	899	480	460
<b>PRYSMIAN - 3 CABLES</b>			

## 7.2. FÓRMULAS

### 7.2.1. INTENSIDADES

Determinaremos la intensidad por aplicación de las siguientes expresiones:

- **Distribución monofásica:**

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

- **Distribución trifásica:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Siendo:

V = Tensión (V)

P = Potencia(W)

I = Intensidad de corriente (A)

Cos  $\varphi$  = Factor de potencia

### 7.2.2. SECCIÓN

Las fórmulas utilizadas para el cálculo serán:

- **Distribución monofásica:**

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

- **Distribución trifásica:**

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

Siendo:

S = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

Cos  $\varphi$  = coseno del ángulo  $\varphi$  entre tensión de fase y la intensidad.

L = Longitud desde el tramo hasta el receptor (m)

I = Intensidad generada por el generador (A)

$\gamma$  = Conductividad del conductor (m/( $\Omega$  mm<sup>2</sup>))

$\Delta U$  = Caída en tensión máxima admisible (V)

x = reactancia de la línea ( $\Omega$ /km)

n = nº conductores por fase

	Reactancias Cu y Al
Sección	Unipolar
1,5	0,168
2,5	0,156
4	0,143
6	0,135
10	0,119
16	0,112
25	0,106
35	0,101
50	0,101
70	0,0965
95	0,0975
120	0,0939
150	0,0928
185	0,0908
240	0,0902

### 7.2.3. CAÍDA DE TENSIÓN

Una vez determinada la sección, calcularemos la caída de tensión en el tramo aplicando las siguientes fórmulas:

- **Distribución monofásica:**

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi$$

- **Distribución trifásica:**

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} + 1,732 \times 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Siendo:

S = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

Cos  $\varphi$  = coseno del ángulo entre tensión de fase y la intensidad.

L = Longitud desde el tramo hasta el receptor (m)

I = Intensidad generada por el generador (A)

$\gamma$  = Conductividad del conductor (m/( $\Omega$  mm<sup>2</sup>))

$\Delta U$  = Caída en tensión máxima admisible (V)

x = reactancia de la línea ( $\Omega$ /km)

n = nº conductores por fase

## 7.3. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

Como se ha descrito en la memoria del presente proyecto, se instalarán un total de 18 inversores. A cada inversor llegará un máximo de 20 o 21 líneas de corriente continua, denominadas strings.

Cada string estará compuesto por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie.

En el presente documento se muestran una serie de tablas de las líneas de baja tensión de la planta. En ellas se indican los cálculos de potencia, tensión, intensidad, sección, longitud, caída de tensión y tipo de instalación.

### 7.3.1. CONDUCTORES DESDE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HASTA INVERSOR

Las características que se han tenido en cuenta para estos cálculos son las siguientes:

- Tensión de 1.028 V (50 º) correspondiente a un string, teniendo en cuenta el efecto de la temperatura sobre la variación de tensión en los paneles fotovoltaicos.

- Caída de tensión: máximo un 1,5 % para el tramo de corriente continua.
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
  - XLPE, EPR (termoestables): 90
  - PVC (termoplásticos): 70

### 7.3.2. Cálculos y criterios a través de la corriente de cortocircuito para las líneas desde los strings al inversor.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, en este también se aplicará la siguiente expresión:

$$I_{cc}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

Donde:

I<sub>cc</sub>: corriente de cortocircuito [A], en este caso la corriente de cortocircuito en los tramos de interconexión entre paneles, es un dato facilitado por el fabricante: I<sub>cc</sub> = 18,35 A.

k: constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE o EPR]), en este caso el aislamiento es un termoestable y el valor de: k = 143.

S: sección del conductor en mm<sup>2</sup>. En este caso es 10 mm<sup>2</sup>.

t: la duración del cortocircuito en segundos (máximo 0,5 segundos).

El cable seleccionado es H1Z2Z2-K de cobre de 10 mm<sup>2</sup>.

Aplicando valores a la fórmula se obtienen los valores de la intensidad de cortocircuito admisible (A) para conductores de Cu con aislamiento termoestable, máx. 250 °C en cortocircuito:

Valor de intensidad máxima admisible del cortocircuito											
Sección (mm <sup>2</sup> )	Duración del cortocircuito en segundos										
	0,10	0,20	0,30	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
10,00	4.522	3.198	2.611	2.022	1.430	1.168	1.011	904	826	715	640

**Tabla 3.** Intensidades máximas admisibles de cortocircuito.

Para saber si la sección del conductor determinada con los criterios de caída de tensión y de máxima intensidad admisible es adecuada, se comparan los valores admisibles de corriente de cortocircuito para esa sección con el valor de I<sub>cc</sub> que se produce en este punto de la instalación.

I<sub>cc</sub> = 18,35 x 2 MPPT = 36,7 A correspondientes a una temperatura de 50 °C.

Para un tiempo de cortocircuito t = 0,5 s, la intensidad de cortocircuito que puede soportar este conductor elegido (H1Z2Z2-K) es de 2.022 A, que es muy superior a la intensidad I<sub>cc</sub> = 36,7 A

## 7.4. CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

En la siguiente tabla se indican las líneas de los diferentes strings que llegan a cada inversor.

### 7.4.1. TABLAS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LÍNEAS DE STRING A INVERSOR

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 1																																
Circuito	Tipo	Método de inst.	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S min (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 1.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 1.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 1.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 1.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,36	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63
S 1.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 1.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63

S 1.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63
S 1.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	39,12	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63
S 1.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 1.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 1.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 1.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 1.13a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.13b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 1.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 1.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63

S 1.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,15		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 1.17a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,22	0,25		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 2																																		
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno				Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k/m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F	F									
S 2.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 2.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63	
S 2.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 2.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63	
S 2.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 2.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63	
S 2.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 2.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63	
S 2.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 2.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63	
S 2.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 2.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63	
S 2.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21			Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			

S 2.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63
S 2.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 2.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 2.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 2.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 2.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	-
S 2.13a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.13b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	-
S 2.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 2.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 2.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 2.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 2.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.17a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,22	1,26	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	236,87	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 3																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k <sup>2</sup> m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 3.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 3.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63
S 3.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	12,50	45,49	1,5	15,4	0,82	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,10	0,30	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	56,09	63
S 3.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 3.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63
S 3.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63
S 3.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 3.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63

S 3.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 3.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 3.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 3.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 3.13a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.13b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 3.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	-
S 3.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	-
S 3.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 3.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.17a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63

S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,25	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,22	0,93	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	176,17	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 4																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 4.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	1,42	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	268,53	63
S 4.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 4.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 4.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 4.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63
S 4.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 4.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 4.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-

S 4.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	-
S 4.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	1,21	-	227,82	63
S 4.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 4.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 4.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	0,03	-	5,92	63
S 4.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 4.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 4.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 4.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63

S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 5																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 5.1a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.1b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 5.2a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.2b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 5.3a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.3b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 5.4a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.4b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 5.5a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.5b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 5.6a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.6b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63
S 5.7a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.7b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63
S 5.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 5.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 5.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 5.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-	93,84	-
S 5.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	-
S 5.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 5.13a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.13b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 5.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 5.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 5.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 5.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.17a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 1.17b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,22	1,26	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	236,87	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 6																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 6.1a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.1b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	1,42	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	268,53	63
S 6.2a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.2b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 6.3a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.3b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 6.4a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.4b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 6.5a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.5b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63
S 6.6a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.6b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 6.7a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.7b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 6.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.8b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63

S 6.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63
S 6.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	1,21	-	227,82	63
S 6.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	-
S 6.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	-
S 6.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	0,03	-	5,92	63
S 6.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 6.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 6.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 6.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63

S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.21a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 7

Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno				Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F	F									
S 7.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63		
S 7.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63		
S 7.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63		
S 7.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63		
S 7.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63		
S 7.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	-		
S 7.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	-		
S 7.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 7.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,16	0,36	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63		

S 7.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,22	0,71	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	134,55	63
S 7.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	77,15	0,22	1,42	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	268,53	63
S 7.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 7.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 7.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	0,33	-	62,18	63
S 7.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	0,03	-	5,92	63
S 7.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 7.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 7.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63

S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 8																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 8.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	1,42	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	268,53	63
S 8.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 8.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 8.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 8.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63
S 8.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	-
S 8.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	-
S 8.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63

S 8.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63
S 8.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	1,21	-	227,82	63
S 8.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 8.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 8.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	0,03	-	5,92	63
S 8.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 8.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 8.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 8.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63

S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 9																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 9.1a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.1b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 9.2a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.2b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 9.3a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.3b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 9.4a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.4b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 9.5a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.5b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 9.6a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.6b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-
S 9.7a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.7b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	-
S 9.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 9.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 9.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 9.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 9.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 9.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 9.13a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.13b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 9.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 9.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 9.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 9.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.17a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 1.17b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63
S 1.21a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,22	1,26	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	236,87	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 10																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mod. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S min (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 10.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 10.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 10.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 10.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63
S 10.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 10.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	-
S 10.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-
S 10.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63

S 10.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 10.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 10.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 10.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 10.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 10.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 10.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 10.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 10.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63

S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	63
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 1.21a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.21b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	12	0,00	0,45	0,90	0,98	-	0,43	33,41	0,22	0,25	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	63

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 11																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 11.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 11.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 11.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 11.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 11.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 11.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-
S 11.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	-
S 11.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 11.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63

S 11.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63		
S 11.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63		
S 11.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63		
S 11.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63		
S 11.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63		
S 11.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63		
S 11.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63		
S 11.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 11.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63		
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	0		

S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	0
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	0

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 12																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 12.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 12.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 12.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 12.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 12.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 12.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-
S 12.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	-
S 12.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 12.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 12.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 12.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 12.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 12.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 12.13a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.13b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 12.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 12.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 12.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 1a.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	1,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.17a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	0
S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	0
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	0

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 13																																		
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno				Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F	F									
S 13.1a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 13.1b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	1,42	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	268,53	63		
S 13.2a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 13.2b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63		
S 13.3a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 13.3b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63		
S 13.4a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				

S 13.4b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63	
S 13.5a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.5b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	63	
S 13.6a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.6b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	-	
S 13.7a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.7b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	-	
S 13.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.8b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	63	
S 13.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	63	
S 13.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	1,21	-		227,82	63
S 13.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-		167,12	63
S 13.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-		93,84	63
S 13.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 13.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	0,00	0,00	0,03	-		5,92	63

S 13.14a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 13.14b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	63
S 13.15a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 13.15b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 1a.16a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.16b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 1.18a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	0
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	0
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	0

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 14																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 14.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 14.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63
S 14.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63
S 14.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 14.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 14.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-
S 14.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	-

S 14.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.8b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-	232,26	63
S 14.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-	167,12	63
S 14.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 14.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 14.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 14.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63
S 14.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 14.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 14.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 1a.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	1,04		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	1,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	0
S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	0
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	0

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 15																																		
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno				Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F	F									
S 15.1a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 15.1b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63		
S 15.2a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 15.2b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,05	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	198,21	63		
S 15.3a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				
S 15.3b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	1,37	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	258,91	63		
S 15.4a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2				

S 15.4b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63	
S 15.5a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.5b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63	
S 15.6a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.6b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,00	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	188,59	-	
S 15.7a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,21		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.7b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,32	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	249,28	-	
S 15.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	135,50	45,49	1,5	15,4	8,86	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	1,23		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.8b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	0,00	0,00	1,23	-		232,26	63
S 15.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,89		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,89	-		167,12	63
S 15.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,50	-		93,84	63
S 15.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,20	-		37,58	63
S 15.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63	
S 15.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 15.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,44	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	63	

S 15.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 15.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,83	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	156,92	63
S 15.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 15.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	1,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	217,62	63
S 1a.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	132,50	45,49	1,5	15,4	8,67	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	1,04		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	1,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	227,25	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	91,50	45,49	1,5	15,4	5,98	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,72		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,88	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	166,55	0
S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,25	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	0
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	0

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 16																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 16.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	34,00	45,49	1,5	15,4	2,22	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,27	0,76	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	144,17	63
S 16.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	34,00	45,49	1,5	15,4	2,22	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,27	0,47	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	87,92	63
S 16.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	0,42	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	78,30	63
S 16.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	0,71	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	134,55	63
S 16.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 16.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,36	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	-
S 16.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	-

S 16.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.8b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,51	41,66	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 16.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 16.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,94	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 16.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 16.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,45	37,15	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	0	0,00	1,00	0,90	0,98	-	0,96	79,07	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 16.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 16.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,16	0,49	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 16.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 16.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	42,70	0,22	0,55	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63
S 1a.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,25	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	63

S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,80	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,22	0,25	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	0
S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	0
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	4	0,00	0,65	-	-	0,85	0,42	34,43	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	3	0,00	0,70	-	-	0,85	0,45	37,08	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	8	0,00	0,54	0,90	0,98	-	0,52	40,10	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	0



LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 17																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 17.1a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.1b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	34,00	45,49	1,5	15,4	2,22	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,27	0,76	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	144,17	63
S 17.2a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.2b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	34,00	45,49	1,5	15,4	2,22	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,27	0,47	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	87,92	63
S 17.3a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		

S 17.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,42	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	78,30	63
S 17.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,71	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	134,55	63
S 17.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,66	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 17.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,36	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	-
S 17.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	-
S 17.8a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.8b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,46	37,80	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63
S 17.9a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.9b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	0,00	0,00	0,50	-	93,84	63
S 17.10a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.10b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,46	0,00	0,00	0,20	-	37,58	63
S 17.11a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.11b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63
S 17.12a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.12b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63

S 17.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63
S 17.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63
S 17.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 17.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,55	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63
S 1a.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,25	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	63
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,16	0,20	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	0
S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.18b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.19a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	0
S 1.20a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	0

LÍNEAS DE STRINGS DEL INVERSOR 18																																
Circuito	Tipo	Tipo de instalación	Nº mód. String	Tens. a 50°C (V)	Pinst STC (W)	cos φ	Isc (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Cu	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S elegida (mm2)	Int adm (A)	Coef. Correc. Tª aire o terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Expos. Solar	Coef. Total	I máx adm (A)	eT (%)	eT acum. (%)	ELECCIÓN CONDUCTOR	Perd. Pot. (W)	Diám tubo (mm)
																°C	F	k²m/W	F	Nº cir.	Sep	F	h (m)	F								
S 1a.1a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.1b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	34,00	45,49	1,5	15,4	2,22	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,27	0,76	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	144,17	63
S 1a.2a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.2b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	34,00	45,49	1,5	15,4	2,22	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,27	0,47	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	87,92	63
S 1a.3a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.3b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,42	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	78,30	63
S 1a.4a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.4b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,71	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	134,55	63
S 1a.5a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.5b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,66	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	124,93	63
S 1a.6a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.6b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,36	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	68,67	-
S 1a.7a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1a.7b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,31	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	-

S 1a.8a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.8b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,46	37,80	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63	
S 1a.9a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.9b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	0,00	0,00	0,50	-		93,84	63
S 1a.10a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.10b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	0,00	45,49	1,5	15,4	0,00	0	0	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,46	0,00	0,00	0,20	-		37,58	63
S 1a.11a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,20		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.11b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,31	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	59,05	63	
S 1a.12a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,82	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,56	45,72	0,50		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.12b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,11	0,61	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	115,31	63	
S 1a.13a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.13b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	63	
S 1a.14a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.14b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,16	0,49	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	63	
S 1a.15a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.15b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,55	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	102,89	63	
S 1a.16a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1a.16b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	27,50	45,49	1,5	15,4	1,80	10	82	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	38,75	0,22	0,25	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	46,63	63	
S 1.17a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			
S 1.17b	CC	D1	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,16	0,20	Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	37,01	0	
S 1.18a	CC	C	30	1,028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1 Z2Z2-K 2x(1x10)mm2			

S 1.18b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	21,00	45,49	1,5	15,4	1,37	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,16	0,49	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	93,27	0
S 1.19a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	42,00	45,49	1,5	15,4	2,75	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,33		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.19b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,11	0,44	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	83,64	0
S 1.20a	CC	C	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	4,00	45,49	1,5	15,4	0,26	10	82	50	0,76	-	-	2	0,00	0,80	-	-	0,85	0,52	42,38	0,03		Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2		
S 1.20b	CC	D1	30	1.028	19.500	1,0	18,35	22,94	14,50	45,49	1,5	15,4	0,95	10	77	25	0,96	2,20	1,03	10	0,00	0,49	0,90	0,98	-	0,47	36,38	0,11	0,15	Cu-H1Z2Z2-K 2x(1x10)mm2	27,39	0

En la siguiente tabla se indican las caídas de tensión media y máxima y las pérdidas producidas:

<b>eT Media (%)</b>	<b>0,71</b>
<b>eT Máxima (%)</b>	<b>1,42</b>
<b>Pérdidas totales (kW)</b>	<b>49,41</b>

## 8. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

Como se ha descrito en la memoria del presente proyecto, se instalarán un total de 18 inversores.

En el presente documento se muestran una serie de tablas de las líneas de baja tensión de la planta. En ellas se indican los cálculos de potencia, tensión, intensidad, sección, longitud, caída de tensión y tipo de instalación.

### 8.1. CONDUCTORES DESDE INVERSORES HASTA CGBT

Las características que se han tenido en cuenta para estos cálculos son las siguientes:

- Tensión de 800 V correspondiente a la tensión de salida del inversor.
- Caída de tensión: máximo un 1,5 % para alterna.
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
  - XLPE, EPR (termoestables): 90
  - PVC (termoplásticos): 70

### 8.2. CÁLCULOS Y CRITERIOS A TRAVÉS DE LA CORRIENTE ALTERNA PARA LAS LÍNEAS DESDE LOS INVERSORES AL CGP-1.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, en este también se aplicará la siguiente expresión:

$$I^2_{cc} \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

Donde:

$I_{cc}$ : corriente de cortocircuito [A].

$k$ : constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE o EPR]), en este caso el aislamiento es un termoestable y el valor de:  $k = 94$  (Al).

$S$ : sección del conductor en  $mm^2$ . En este caso es  $300 mm^2$ .

$t$ : la duración del cortocircuito en segundos (máximo 0,5 segundos).

El cable seleccionado es XZ1-K (AS) de aluminio de  $300 mm^2$ .

Aplicando valores a la fórmula se obtienen los valores de la intensidad de cortocircuito admisible (A) para conductores de Cu con aislamiento termoestable, máx. 250 °C en cortocircuito:

Valor de intensidad máxima admisible del cortocircuito											
Sección (mm2)	Duración del cortocircuito en segundos										
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
300,00	89.176	63.057	51.486	39.881	28.200	23.025	19.940	17.835	16.281	14.100	12.611

### 8.3. TABLAS DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LÍNEAS DE INVERSOR A CGP

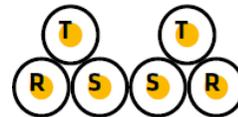
En la siguiente tabla se indican las caídas de tensión media y máxima y las pérdidas producidas:

LÍNEAS INVERSOR A CBT																										
Circuito	Tipo	Método de inst.	Tensión (V)	Pinst. a 30°C (W)	cos φ	Imáx Inversor (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Al	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S min (mm2)	S eleg (mm2)	Iadm (A)	Coef. Correc. Tª terreno		Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Corr. Total	I máx adm (A)	% utiliz.	Ta real estim. cond (°C)	eT (%)	ELECCIÓN	Pérdida Potencia (W)
															°C	F	Nº cir.	Sep	F							
I-1 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	44	27,78	1,3	10,4	79,56	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,14	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	280
I-2 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	70	27,78	1,3	10,4	126,58	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,22	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	446
I-3 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	96	27,78	1,3	10,4	173,59	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,30	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	611
I-4 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	122	27,78	1,3	10,4	220,61	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,38	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	777
I-5 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	148	27,78	1,3	10,4	267,62	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,46	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	943
I-6 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	174	27,78	1,3	10,4	314,64	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,55	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	1.108
I-7 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	218	27,78	1,3	10,4	394,20	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,68	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	1.388
I-8 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	262	27,78	1,3	10,4	473,77	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,82	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	1.669
I-9 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	288	27,78	1,3	10,4	520,78	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,90	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	1.834
I-10 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	314	27,78	1,3	10,4	567,80	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,98	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.000

I-11 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	340	27,78	1,3	10,4	614,81	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,07	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.165
I-12 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	366	27,78	1,3	10,4	661,83	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,15	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.331
I-13 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	380	27,78	1,3	10,4	687,14	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,19	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.420
I-14 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	395	27,78	1,3	10,4	714,27	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,24	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.516
I-15 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	369	27,78	1,3	10,4	667,25	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,16	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.350
I-16 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	349	27,78	1,3	10,4	631,08	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,09	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.223
I-17 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	323	27,78	1,3	10,4	584,07	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	1,01	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	2.057
I-18 a CBT	CA	D2	800	350.000	1,00	254,00	317,50	297	27,78	1,3	10,4	537,06	600	652	25	1,04	12	0,125	0,51	0,53	346	73,45	71,58	0,93	Al-XZ1 (S) 2x3x(1x300)mm2	1.892

<b>eT Media (%)</b>	<b>0,79</b>
<b>eT Máxima (%)</b>	<b>1,24</b>
<b>Pérdidas totales (kW)</b>	<b>29,01</b>

**NOTA: Los conductores se deberán de instalar en forma de triángulo de tal forma que se evite el EFECTO SKIN.**



## 9. CÁLCULO DE CONDUCTORES DESDE CGBT HASTA TRAF0 DE POTENCIA

Las características que se han tenido en cuenta para estos cálculos son las siguientes:

- Tensión de 800 V correspondiente a la tensión de salida del inversor.
- Caída de tensión: máximo un 0,2% para alterna.
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
  - XLPE, EPR (termoestables): 90
  - PVC (termoplásticos): 70

### 9.1. CÁLCULOS Y CRITERIOS A TRAVÉS DE LA CORRIENTE ALTERNA PARA LAS LÍNEAS DESDE EL CGBT AL TRAF0 1 Y 2.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, en este también se aplicará la siguiente expresión:

$$I_{cc}^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

Donde:

$I_{cc}$ : corriente de cortocircuito [A].

$k$ : constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE o EPR]), en este caso el aislamiento es un termoestable y el valor de:  $k = 94$  (Al).

$S$ : sección del conductor en  $mm^2$ . En este caso es  $240 mm^2$ .

$t$ : la duración del cortocircuito en segundos (máximo 0,5 segundos).

El cable seleccionado es RZ1-K (AS) de aluminio de  $240 mm^2$ .

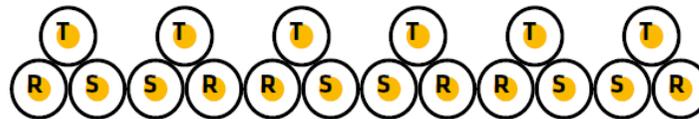
Aplicando valores a la fórmula se obtienen los valores de la intensidad de cortocircuito admisible (A) para conductores de Cu con aislamiento termoestable, máx. 250 °C en cortocircuito:

Valor de intensidad máxima admisible del cortocircuito											
Sección (mm <sup>2</sup> )	Duración del cortocircuito en segundos										
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
240,00	71.341	50.446	41.189	31.905	22.560	18.420	15.952	14.268	13.025	11.280	10.089

9.2. TABLA DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LÍNEA DE CGP A TRAFIO DE POTENCIA

LÍNEA CBT A TRAFIO																									
Circuito	Tipo	Método de inst.	Tensión (V)	Pinst. a 30°C (W)	cos φ	Imáx (A)	Isc (125%) (A)	Long. (m)	k cond Al	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm2)	S eleg (mm2)	Iadm (A)	Coef. Correc. Tª aire		Coef. Correc. Nº cond.		Coef. Corr. Total	I máx adm (A)	% utiliz.	Ta real estim. cond (°C)	eT (%)	ELECCIÓN	Perdida Potencia (W)
															°C	F	Nº cir.	F							
CBT a T-1	CA	C	800	3.150.000	0,95	2.286	2.858	10	45,49	0,2	1,6	646	3.360	7.630	50	0,82	8	0,52	0,43	3.253	70,26	69,75	0,03	Cu-RZ1-K (AS) 3x(14x240)mm2	563
CBT a T-2	CA	C	800	3.150.000	0,95	2.286	2.858	10	45,49	0,2	1,6	646	3.360	7.630	50	0,82	8	0,52	0,43	3.253	70,26	69,75	0,03	Cu-RZ1-K (AS) 3x(14x240)mm2	563

Al haber varios cables por fase se debe realizar la configuración en tresbolillo siguiente:



El **tramo total** de alterna entre el inversor y el trafo presenta una caída de tensión de **0,79 %**, inferior al 1,5% limitado, según se indica en el ITC-BT-40.

## 10. SELECCIÓN DE PROTECCIONES EN BT

### 10.1. EN EL LADO DE CORRIENTE CONTINUA

Datos de partida:

- $I_{mpp}$  del módulo: 17,27 A
- $I_{sc}$  del módulo: 18,35 A
- Nº string por inversor: 20 o 21
- Nº de MPPT del inversor: 12
- Nº de entradas por MPPT: 2
- $I_{máx\_adm}$  10 mm<sup>2</sup> (al aire):  $82 \times 0,42 = 34,44$  A
- $I_{máx\_adm}$  10 mm<sup>2</sup> (enterrado entubado):  $77 \times 0,52 = 40,04$  A

#### 10.1.1. PROTECCIÓN LÍNEA DE STRING

**NOTA:** Las características de protección son las dispuestas por el fabricante del inversor. De acuerdo a la documentación del fabricante del inversor no es necesario incluir elementos de protección en las líneas de string. (Diseño sin fusibles)

### 10.2. EN EL LADO DE CORRIENTE ALTERNA

#### 10.2.1. ENTRE INVERSOR Y CGBT

Datos de partida:

- $I_{máx}$  salida inversor: 254 A
- $I_{máx\_adm}$  300 mm<sup>2</sup> (bajo tubo enterrada):  $326 \times 2$  conductores  $\times 0,53 = 345$  A

El equipo de protección debe cumplir la siguiente condición:

$$I_{máx} \leq I_n \leq I_z$$

$$254 \text{ A} < I_n < 345 \text{ A}$$

Se ha considerado un fusible de **300 A**.

### 10.2.2. ENTRE CGBT Y TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Datos de partida:

- $I_{m\acute{a}x}$  en barras del CGBT: 2.286 A
- $I_{m\acute{a}x\_adm}$  14x240 mm<sup>2</sup>: 14x545x 0,43 = 3.253 A.

El equipo de protección debe cumplir la siguiente condición:

$$I_{m\acute{a}x} \leq I_n (IA) \leq I_z$$

$$2.286 \text{ A} < I_n < 3.253 \text{ A}$$

Se ha considerado un interruptor magnetotérmico con corte en carga de **3.000 A**.

DOCUMENTO Nº 2.3:

---

CÁLCULOS CENTRO TRANSFORMACIÓN

---

En Albacete, a julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>DATOS DE RED</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR</b> .....	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>4.</b>	<b>INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>5.</b>	<b>CORTOCIRCUITOS</b> .....	<b>2</b>
5.1.	Cortocircuito en el lado de M.T.....	3
5.2.	Cortocircuito en el lado de B.T.....	3
<b>6.</b>	<b>DIMENSIONADO DEL EMBARRADO</b> .....	<b>3</b>
6.1.	Comprobación por densidad de corriente .....	3
6.2.	Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	3
6.3.	Comprobación por sollicitación TÉRMICA.....	3
<b>7.</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS</b> .....	<b>4</b>
<b>8.</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>9.</b>	<b>INSTALACIONES SECUNDARIAS</b> .....	<b>5</b>
	Servicios auxiliares.....	5
	Alumbrado .....	5
	Ventilación .....	5
	Protección contraincendios.....	5
	Medidas de seguridad .....	5

### 1. DATOS DE RED

A continuación, se indican las características principales del transformador de potencia:

Potencia nominal	6.600 kVA
Tensión arrollamiento A.T.	30 kV
Tensión arrollamiento B.T.	800 V
Tensión de cortocircuito	6 %
Potencia de cortocircuito en celda línea Subestación:	5,21 kA

### 2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR

A continuación, se indican las características principales del transformador de potencia ubicado en el Centro de Transformación:

Potencia nominal	3.300 kVA
Nº Fases	3
Frecuencia	50 Hz
Tipo de refrigeración	ONAN
Refrigeración	Aceite
Instalación	Interior
Tensión arrollamiento A.T.	30 kV
Tensión arrollamiento B.T.	0,8 kV
Conexión arrollamiento A.T.	Triángulo
Conexión arrollamiento B.T.	Estrella
Grupo de conexión	Dy11
Tensión de cortocircuito	6 %

### 3. INTENSIDAD DE MEDIA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

S	potencia del transformador [kVA]
Up	tensión primaria [kV]
Ip	intensidad primaria [A]

La tensión primaria es de 30 kV. Para el centro de transformación, la potencia es de 3.300 kVA, siendo su intensidad nominal:

$$I_p = 63 \text{ A}$$

^2

#### 4. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

S	potencia del transformador [kVA]
Us	tensión en el secundario [kV]
Is	intensidad en el secundario [A]

La tensión secundaria es de 0,8 kV. Para el centro de transformación, la potencia es de 3.300 kVA, siendo su intensidad nominal:

$$I_s = 2.381,57 \text{ A}$$

#### 5. CORTOCIRCUITOS

Para el cálculo de las intensidades que originan un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de M.T. Este valor se ha obtenido del cálculo de cortocircuito de la Subestación Transformadora.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

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

Donde:

S <sub>cc</sub>	Potencia de cortocircuito de la red (MVA)
U <sub>p</sub>	Tensión de servicio (kV)
I <sub>ccp</sub>	Corriente de cortocircuito en el primario (kA)

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s}$$

Donde:

P	Potencia transformador (kVA)
E <sub>cc</sub>	Tensión de cortocircuito del transformador (%)
U <sub>s</sub>	Tensión en el secundario (kV)
I <sub>ccs</sub>	Corriente de cortocircuito en el secundario (kA)

### 5.1. Cortocircuito en el lado de M.T

La intensidad máxima de cortocircuito es la de diseño de la subestación transformador, siendo de 5,21 kA y una potencia de cortocircuito de 270 MVA.

### 5.2. Cortocircuito en el lado de B.T

Para un transformador del centro, la potencia es de 3.300 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 800 V. La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 800 V será, según la fórmula anterior:

$$I_{ccs} = 35,69 \text{ kA}$$

## 6. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### 6.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad de 630 A.

### 6.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada o asignada, por lo que:

$$I_{cc} (\text{din}) = 13,025 \text{ kA}$$

### 6.3. Comprobación por sollicitación TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc} (\text{ter}) = 25 \text{ kA}$$

## 7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

### Transformador

La protección de los transformadores se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

## 8. DIMENSIONAMIENTO DE LOS PUENTES DE MEDIA TENSIÓN

La conexión de media tensión entre transformador de potencia y celda de protección se realiza utilizando cable de 240 mm<sup>2</sup> 18/30 kV de Aluminio y terminales tipo C conectado sobre bornas enchufables tipo C.

## 9. INSTALACIONES SECUNDARIAS

### Servicios auxiliares.

Suministrará alimentación a los sistemas de alumbrado, ventilación, protecciones y comunicación. Con origen en el cuadro de servicios auxiliares, que contendrá el transformador de servicios auxiliares y las conexiones y protecciones pertinentes.

### Alumbrado

Los armarios y resto de cuadros, que contienen la aparamenta de la que se compone el centro de transformación, están dotadas de fuentes luminosas fijas o movibles, que permiten la perfecta iluminación de las diferentes zonas de trabajo.

### Ventilación

La ventilación del transformador se realiza mediante ventilación natural al estar los transformadores en el exterior.

Los armarios de conexiones, cuentan con sistemas de ventilación forzada, con alimentación desde el cuadro de servicios auxiliares.

### Protección contra incendios

El centro de transformación dispondrá de sistemas de seguridad contra incendios mediante la instalación de extintores, de características adecuadas.

### Medidas de seguridad

Las celdas estarán provistas de enclavamientos de tipo mecánico.

El sistema de funcionamiento del seccionador con tres posiciones, impedirá el cierre simultáneo del mismo y su puesta a tierra, así como su apertura y puesta inmediata a tierra.

En posición de cerrado se bloqueará la introducción de la palanca de accionamiento en el eje de la maniobra para la puesta a tierra, siendo así mismo bloqueables por candado todos los ejes de accionamiento.

La posición de puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos de indicación de presencia de tensión.

# DOCUMENTO N<sup>o</sup> 2.4:

---

## CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE PLANTA FOTVOLTAICA

---

En Albacete, a julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

N<sup>o</sup> Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López



## ÍNDICE

II.4 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA DE PLANTA FOTOVOLTAICA .....	1
1 OBJETO .....	4
2 NORMATIVA LEGAL .....	4
3 TIPOS DE TIERRAS.....	4
4 SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	5
5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA .....	5
5.1 Metodología .....	5
5.2 Investigación de las características del suelo .....	5
5.3 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	6
5.4 Diseño preliminar del sistema de tierras.....	6
5.5 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra de Planta Fotovoltaica.....	7
5.6 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.....	8
5.7 Tensiones de paso y contacto admisibles .....	9
5.8 Cálculo tensiones de paso y contacto reales.....	10
6 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.....	12
7 CONCLUSIÓN .....	12

## 1 OBJETO

Se calcula la instalación de puesta a tierra adecuada para la planta fotovoltaica siendo adecuada para proteger al personal en la proximidad de sistemas o equipos conectados a tierra, de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.

La principal función de la red de tierras es proveer los medios para disipar las corrientes a tierra, sin que se excedan los límites de operación de los equipos.

El objetivo de estos cálculos es comprobar que la puesta a tierra de la Planta Fotovoltaica no excede los valores límites de los potenciales tolerables por el cuerpo humano.

## 2 NORMATIVA LEGAL

- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- 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.
- “Instalaciones de Puesta a Tierra en Centros de Transformación” y su hoja de aplicación a la red de Compañía de Electricidad, publicado por el Dr. Ing. Industrial D. Julián Moreno Clemente (2ª edición, Málaga 1991).
- Norma IEEE 80-2000 en el diseño de sistemas de puesta a tierra para subestaciones.
- Cálculo de puesta a tierra de Centros de Transformación según Método UNESA.

Además, se han aplicado las Recomendaciones UNESA, normas UNE, NTE, IEEE.

## 3 TIPOS DE TIERRAS

### 3.1. Tierra de protección

Se construirá una malla de tierra exterior al edificio del Centro de Transformación. Estará formado por cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> enterrado a una profundidad de 0,5 m.

A esta malla de tierra se conectarán las tierras de protección (partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente al objeto de dar mayor seguridad al personal que transite por el Centro de Transformación).

Las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica o mediante manguito de conexión y las derivaciones por las estructuras metálicas de la aparamenta se fijarán por medio de piezas metálicas atornilladas.

Asimismo, se conectará a esta puesta a tierra, el cable de cobre desnudo 1x50 mm<sup>2</sup> procedente de la puesta a tierra general de la instalación fotovoltaica, así como las pantallas de cobre de los cables subterráneos de la línea de media tensión siempre y cuando sea necesario. De esta manera se reducen casi al mínimo los valores de tensión de paso y contacto en la instalación, dadas las dimensiones del electrodo en su conjunto.

### 3.2. Tierra de servicio

El neutro del transformador de servicios auxiliares, será independiente mediante picas a una cierta distancia.

## 4 SITUACIÓN DE LAS INSTALACIONES

La planta fotovoltaica se implanta sobre una superficie total de 13,33 ha, en la parcela que se muestra en la siguiente tabla, perteneciente al término municipal de Padiernos, en la provincia de Ávila:

**Tabla 1.** Parcelas emplazamiento de la instalación.

Término Municipal	Polígono	Parcela	Referencia Catastral
Padiernos (Ávila)	19	369	05176A019003690000WZ
Padiernos (Ávila)	19	368	05176A019003680000WS
Padiernos (Ávila)	19	367	05176A019003670000WE
Padiernos (Ávila)	19	366	05176A019003660000WJ

**Coordenadas UTM ETRS89, H30N del Centro Geométrico de la instalación:**

**X = 341.259**

**Y = 4.495.529**

## 5 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

### 5.1 Metodología

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra lo suficientemente aproximado con electrodo, se opera de la siguiente manera:

- Investigación de las características del terreno.
- Dimensionamiento de puesta a tierra.
- Cálculo de la resistencia de la red de puesta a tierra.
- Cálculo de los potenciales de contacto y de paso en la red de puesta a tierra.
- Verificar que los potenciales de contacto y de paso en la red de puesta a tierra.

### 5.2 Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno, se determina la resistividad media en 200 Ohm·m.

### **5.3 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto**

Los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

- Tipo de neutro. El neutro del transformador de SS.AA. puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, este se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad homopolar de la ST, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

- La intensidad máxima de defecto a tierra en este caso se considera una intensidad de defecto de 1.000 A.

### **5.4 Diseño preliminar del sistema de tierras**

#### **5.4.1 Sistema de tierras**

Según el diseño de la puesta a tierra, se considera una línea general enterrada de cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, que discurre según planos y conectando el anillo del Centro de Transformación.

El sistema de puesta a tierra de protección unirá las partes metálicas de las estructuras portantes de los módulos, inversores, anillo del centro de transformación y anillo de la puesta a tierra del centro de vigilancia, control y seguridad.

Todas las partes metálicas accesibles de las estructuras se encuentran conectadas entre sí, mediante un puente con cable aislado H07V-K 16 mm<sup>2</sup>. Cada alineación de estructuras se conecta a tierra con el cable desnudo enterrado que discurre por la zanja general de tierras, así como cada caja de concentración de strings.

El vallado y el sistema de antiintrusismo se conectan juntos a tierra mediante cable desnudo y picas de 2 m de profundidad y 14 mm de diámetro.

No se considera la instalación de pararrayos en la instalación fotovoltaica.

#### 5.4.2 Dimensiones de la puesta a tierra

A continuación, se indicarán las dimensiones de la puesta a tierra en las diferentes situaciones:

- Puesta a Tierra general de Planta.
  - Longitud: 1.921 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>.
  - Picas: 29 ud. de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro a 0,5 m de profundidad.
  - Perfiles hincados: 3.700 de 1,5 metros
  
- Puesta a Tierra CT:
  - Longitud: 48 m
  - Dimensiones: 20,5 x 3,52 m
  - Picas: 6 ud. de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro a 0,5 m de profundidad.

#### 5.5 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra de Planta Fotovoltaica

##### Datos de cálculo

A continuación, se indican los datos para el cálculo de la puesta a tierra:

Resistividad del terreno ( $\rho_s$ )	200 $\Omega$ m.
Resistividad superficial ( $\rho_s$ )	1.500 $\Omega$ m.
Resistividad hormigón ( $\rho_s$ )	3.000 $\Omega$ m.
Régimen de neutro	Conectado directo a tierra
Tiempo máximo de desconexión	0,5 seg.
Intensidad de defecto máxima	1.000 A
Tensión de aislamiento en BT	10.000 V.
Conductor	Cu 50 mm <sup>2</sup> .

## 5.6 Cálculo de la resistencia de puesta a tierra

El cálculo de la resistencia de un conductor enterrado horizontalmente según el MIE-RAT, se realiza con la siguiente fórmula:

$$R_{cond} = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega$  m)

L = Longitud total del conductor (m)

$$R_{cond} = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

El cálculo de la resistencia de un conductor enterrado horizontalmente según el MIE-RAT, se realiza con la siguiente fórmula:

$$R_p = \frac{\rho}{n * L}$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega$  m)

L = Longitud de las picas (m)

n = Número de picas

$$R_p = \frac{\rho}{n * L}$$

\*Se contabilizan como picas las hincas de las estructuras.

La resistencia de la puesta a tierra será el paralelo de la resistencia de las picas y la del conductor.

$$R = \frac{R_{cond} * R_{picas}}{R_{cond} + R_{picas}}$$

	Rpica	Rconductor	Rt	Rt total
PFV	0,04	0,21	0,03	0,03
CT	16,67	8,33	5,56	

Para la intensidad de defecto se tomarán las intensidades de los equipos de protección.

Las líneas de corriente alterna están protegidas por fusibles de 300 A.

La tensión de defecto de la puesta a tierra será:

$$U_d = R_t \cdot I_d = 0,03 \times 300 = 9 \text{ V}$$

## 5.7 Tensiones de paso y contacto admisibles

### Tensión de paso:

Es la diferencia de potencial entre dos puntos de un terreno que pueden ser tocados simultáneamente por una persona; su valor permisible está dado por:

$$V_p = 10 \cdot \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

Siendo:

K = Constante; K=72 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

t = Tiempo de duración de la falla.

n = Constante. n=1 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

$\rho_s$  = Resistividad superficial.

### Tensión de contacto:

Es la diferencia de potencial entre un punto en la superficie del terreno y cualquier otro punto que se pueda ser tocado simultáneamente por una persona; su valor permisible está dado por:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right)$$

Siendo:

K = Constante. K=72 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

t = Tiempo de duración de la falla.

n = Constante. n=1 para tiempos inferiores a 0,9 seg.

$\rho_s$  = Resistividad superficial.

Resultado tensiones paso y contactos admisibles

**Tabla 2.** Tensiones paso y Contacto Admisibles.

Tensiones Paso y Contacto		
Superficie Hormigón (acera perimetral CT)	<b>Vp</b>	26.520
	<b>Vc</b>	816
Superficie pedregoso-desnudo	<b>Vp</b>	4.488
	<b>Vc</b>	265

## 5.8 Cálculo tensiones de paso y contacto reales

### 5.8.1 Tensiones de Paso y de Contacto

La tensión de paso real está dada por:

$$E_p = k_s \cdot k_i \cdot \frac{\rho \cdot I}{L}$$

Siendo:

$E_p$  = Tensión de paso real en voltios

$k_s$  = Coeficiente que tiene en cuenta, la influencia combinada de la profundidad y del espaciado de la malla.

$k_i$  = Coeficiente de irregularidad del terreno

$\rho$  = Resistividad del suelo ( $\Omega$ -m).

$I$  = Corriente máxima de falla (Amp).

$L$  = Longitud total del conductor (m).

La tensión de contacto real está dada por la siguiente expresión:

$$E_c = k_m \cdot k_i \cdot \frac{\rho \cdot I}{L}$$

Siendo:

$E_c$  = Tensión de contacto en voltios.

$k_m$  = Coeficiente que tiene en cuenta las características geométricas de la malla.

### 5.8.2 Cálculo de factores

Cálculo del factor  $k_m$ :

$$k_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{D^2}{16hd} \right) + \frac{1}{\pi} \ln \left( \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdots \right) \quad n - 2 \text{ términos}$$

Cálculo del factor  $k_i$ :

$$k_i = 0,65 + 0,172n \quad n \leq 7$$

$$k_i = 2 \quad n > 7$$

Cálculo del factor  $k_s$ :

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left( \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} + \dots \right)$$

Siendo:

D= Espaciamiento entre conductores (m)

h= Profundidad de enterramiento (m)

d= Diámetro del conductor (m)

### 5.8.3 Comparación de Potenciales

Tabla 3. Tensiones de paso y contacto.

TENSIONES PASO Y CONTACTO				
Emplazamiento	Tensiones	Tensiones admisibles (V)	Tensiones Reales (V)	$V'p \leq Vp$ y $V'c \leq Vc$ SI - CUMPLE NO - NO CUMPLE
Tensión en grava u hormigón	Tensión de Paso	$Vp = 26.520$	$V'p = 57$	SI
	Tensión de Contacto	$Vc = 816$	$V'c = 176$	SI
Tensión en terreno pedregoso-desnudo	Tensión de Paso	$Vp = 4.488$	$V'p = 6$	SI
	Tensión de Contacto	$Vc = 265$	$V'c = 17$	SI

Las tensiones de paso y contacto “reales” son siempre inferiores al GPR, por lo que se verifica que se cumplen las condiciones previas indicadas.

Con estos resultados se comprueba que la red de tierras sí ofrece la seguridad que se requiere.

## 6 CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas.

## 7 CONCLUSIÓN

En el presente anexo queda comprobado que las tensiones de paso y contacto admisibles son mayores a las tensiones reales en la planta fotovoltaica.

Mediante el cumplimiento de las principales condiciones expuestas, se llega a la conclusión que el electrodo de la puesta a tierra de la planta fotovoltaica es correcto.

DOCUMENTO N° 2.5:  
CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA  
EVACUACIÓN 30 kV

---

En Albacete, a julio de 2023 El  
Ingeniero Técnico Industrial

N° Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

II.3 CÁLCULOS RED DE MEDIA TENSIÓN A 30 kV .....	1
1 CÁLCULO DE CABLEADO .....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Intensidad admisible.....	3
1.2.1 Cables enterrados directamente en zanja .....	3
1.2.2 Coeficientes de corrección de la intensidad admisible.....	3
1.2.3 Factor de corrección para temperaturas distintas de 25°C.....	4
1.2.4 Factor de corrección por resistividad térmica distinta de 1,5 K*m/W .....	4
1.2.5 Factor de corrección por profundidad de enterramiento.....	4
1.3 Cálculos sección.....	5
1.3.1 Datos.....	5
1.3.2 Datos del conductor de fase.....	5
1.3.3 Sección por intensidad máxima admisible en régimen permanente.....	5
1.3.4 Sección por intensidad máxima admisible en cortocircuito .....	6
1.3.5 Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc" .....	6
1.3.6 Comprobación de la caída de tensión .....	7

## 1 CÁLCULO DE CABLEADO

### 1.1 Introducción

La red de media tensión de la planta se compone de una única línea, a un nivel de tensión de 30 kV que conecta el Centro de Transformación con la Subestación Elevadora.

LSMT (30 kV): CT1 - SET

### 1.2 Intensidad admisible.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas. Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga.

Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para este tipo de aislamiento, se especifican en la siguiente tabla 1.

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente ( $\theta_s$ )	Cortocircuito $t \leq 5s$ ( $\theta_{cc}$ )
Polietileno Reticulado (XLPE)	90	250

Tabla 1. Temperatura máxima, en  $^{\circ}C$ , asignada al conductor.

#### 1.2.1 Cables enterrados directamente en zanja.

La intensidad máxima admisible se calculará considerando una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV formada por una terna de cables unipolares enterrados directamente en toda su longitud a 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de  $1,5 \text{ K}^{\circ}m/W$ , con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de  $25^{\circ}C$  y una temperatura del aire ambiente de  $50^{\circ}C$ .

#### 1.2.2 Coeficientes de corrección de la intensidad admisible.

La intensidad admisible de un cable, determinada por las condiciones de instalación enterrada, deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas, de forma que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 1.

### 1.2.3 Factor de corrección para temperaturas distintas de 25°C.

Se utilizará un factor de corrección F, para temperaturas del terreno  $\theta_t$ , distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor  $\theta_s$ .

Tabla 3. Intensidades admisibles

RHZ1-OL - AI PRYSMIAN 12/20 kV			
Seccion	Iadm. enterrado	R90 (ohm/km)	X (ohm/km)
150	260	0,264	0,114
240	345	0,161	0,106
400	445	0,100	0,099

### 1.2.4 Factor de corrección para temperaturas distintas.

Se utilizará un factor de corrección F, para temperaturas distintas del aire y del terreno, en función de la temperatura máxima asignada al conductor  $\theta_s$ .

Tabla 4. Factor de corrección para diferentes temperaturas.

Tabla A.5 - Factores de corrección para distintas temperaturas. (UNE 211435:2011)									
Temperatura máxima del conductor, °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

### 1.2.5 Factor de corrección por resistividad térmica distinta de 1,5 K\*m/W

Se utilizará un factor de corrección F, para resistividades térmicas del terreno distintas a 1,5 K\*m/W, en función de la sección del cable.

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. La tabla, muestra valores de resistividades térmicas del terreno en función de su naturaleza y grado de humedad.

Tabla 5. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W.

Tabla A.6 - Factores de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K m/W (UNE 211435:2011)									
Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K.m/W							
		0,8	0,9	1	1,5	2	2,2	2,5	3
Cables directamente enterrados	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,84	0,80	0,74

### 1.2.6 Factor de corrección por profundidad de enterramiento.

Se utilizará un factor de corrección F para profundidades de instalación distintas de 1 m.

Tabla 6. Factor de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m.

Tabla A.7 - Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento. (UNE 211435:2011)	
Cables de 3,6/6 kV a 18/30 kV. Profundidad tipo 1 m.	
Profundidad (m)	Soterrados
	> 185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,09
0,60	1,07
0,80	1,03
1,00	1,00
1,25	0,98
1,50	0,96
1,75	0,94
2,00	0,93
2,50	0,91
3,00	0,89

### 1.3 Cálculos sección.

#### 1.3.1 Datos.

Se utilizarán los siguientes datos para obtener la sección del conductor:

- Tensión nominal de la red (S) 30 kV
- Potencia CT 6.600 kW
- Frecuencia (f) 50 Hz
- Factor de potencia (cos  $\varphi$ ) 0,95
- Tipo de cable RH5Z1 con aislamiento XLPE y conductor de aluminio y pantalla de aluminio.
- C.d.t. máxima admisible en régimen permanente (u) 1,5%.
- Sistema de instalación 3 cables unipolares entubados en zanja.
- Profundidad de enterramiento (h) 1 m
- Temperatura del terreno ( $\theta_t$ ) 25°C
- Tipo de terreno Seco
- Resistividad térmica del terreno ( $\rho$ ) 1,5 K.m/W
- Tiempo de disparo de las protecciones a cortocircuito y defectos a tierra ( $t_{cc}$ ) 0,5 s.
- Intensidad de Cortocircuito Máxima: 5,48 kA

### 1.3.2 Datos del conductor de fase.

El conductor seleccionado es de Aluminio y tienen las siguientes características:

- Sección total (mm <sup>2</sup> ):	<b>150</b>
- Denominación:	RH5Z1 18/30 + H16
- Diámetro:	29,6 mm
- Intensidad max. Adm. Enterrada (A):	260
- Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):	0,206
- Resistencia eléctrica a 90 °C (Ohm/km):	0,265
- Inductancia (Ohm/km):	0,393
- Peso del cable aproximado (kg/km):	1.375
- Radio mínimo de curvatura (mm):	575

### 1.3.3 Sección por intensidad máxima admisible en régimen permanente.

La intensidad máxima admisible que llevaría el conductor se determina por el cálculo siguiente:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

Donde:

S = Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

Cos  $\varphi$  = coseno del ángulo  $\varphi$  entre tensión de fase y la intensidad.

L = Longitud desde el tramo hasta el receptor (m)

I = Intensidad generada por el generador (A)

$\gamma$  = Conductividad del conductor (m/( $\Omega$  mm<sup>2</sup>))

$\Delta U$  = Caída en tensión máxima admisible (V)

x = reactancia de la línea ( $\Omega$ /km)

n = n<sup>º</sup> conductores por fase

### 1.3.4 Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

$$I_{cc\ cs} = \frac{K_c \cdot S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

I<sub>cc cs</sub>: Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>.

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

K<sub>c</sub>: Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

\*Polietileno reticulado RHV:

K<sub>cAl</sub> = 94; Para todas las tensiones de aislamiento.

$$S = \frac{\sqrt{0,5 \cdot 5.480}}{94} = 41,22 \text{ mm}^2$$

Se calcula que la sección mínima del conductor de fase, que soportaría una intensidad de cortocircuito de 5,48 kA, es de 41,22 mm<sup>2</sup>, siendo menor que la sección elegida de 150 mm<sup>2</sup>.

### 1.3.5 Comprobación de la caída de tensión.

La caída de la tensión del cable se calcularía de la siguiente manera:

$$V_c = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R_k \cdot \cos\varphi + X_k \cdot \sin\varphi)$$

Donde:

V<sub>c</sub>: Caída de la tensión del cable. (V)

I: Intensidad admisible del conductor. (A)

L: Longitud del conductor. (m)

R<sub>k</sub>: Resistencia eléctrica del cable a 90°C. (Ω/Km)

X<sub>k</sub>: Impedancia eléctrica del cable. (Ω/Km)

### 1.3.6 Cálculo pérdidas

$$P_p = 3I^2RL \text{ (kW)}$$

Dónde:

I: Intensidad admisible del conductor. (A)

L: Longitud del conductor. (m)

R: Resistencia eléctrica del cable a 90°C. (Ω/Km)

**Tabla 3.** Sección del cableado de media tensión.

Cálculos línea desde celda de línea a Subestación															
Circuito	Nudo Origen	Nudo Dest.	Tipo de instalación	Tipo aislam.	Tensión (V)	Pinst (kW)	cos $\varphi$	I <sub>máx</sub> (A)	Long. (m)	k cond	c.d.t.máx (%)	c.d.t.máx (V)	S mín (mm <sup>2</sup> )	S eleg (mm <sup>2</sup> )	I <sub>adm</sub> (A)
LSMT-1	Celda CL	ST	Direct. Enterrado	XLPE	30.000	6.600	0,95	121,55	1.800	27,78	1,5	450	31,68	150	260

Cálculos línea desde celda de línea a Subestación															
Coef. Correc. T <sup>o</sup> terreno		Coef. Correc. Resistivi. térmica del terreno			Coef. Correc. Distancia Conductores			Coef. Correc. Profund.		Coef. Corr. Total	I máx adm (A)	eT (%)	ELECCIÓN	Resit. Máx 90°C (Ω/km)	Pérdida Potencia (kW)
°C	F	k <sup>o</sup> m/W	S (mm <sup>2</sup> )	F	N <sup>o</sup> cir.	Sep	F	h (m)	F						
25	1,00	2,20	150	0,84	1	200	1,00	1,00	1,00	0,84	218,40	0,2663	Al-RH5Z1-OL (S) 3x(1x150)mm <sup>2</sup> + Al H16	0,263	25

Según la configuración de la red, se obtienen los siguientes resultados del cálculo a cortocircuito:

U = 30 kV.  
tcc = 0,5 s.  
I<sub>cc</sub> = 5.480 A.

Nudo Orig	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>ccs</sub> (kA)	U <sub>1</sub> (kV)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
CT	ST	3x150	14,10	170	630/121	25

**Tabla 7.** Resultados cálculo a cortocircuito.

### 1.3.7 Cálculo de Cortocircuito en Pantallas:

Datos generales:

I<sub>pcc</sub> en la pantalla = 1.000 A.  
Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 25 mm<sup>2</sup> Al.  
I<sub>cc</sub> admisible en pantalla = 1.504 A.



# DOCUMENTO N.º 2.6: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

---

En Albacete, a julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

N.º Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

1.	OBJETO.....	3
2.	PROMOTOR DEL PROYECTO .....	3
3.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE PLANTA FOTOVOLTAICA .....	3
3.1.	Situación de residuos. procedencia, cantidad, composición y caracterización .....	3
3.2.	Caracterización de los residuos .....	3
3.3.	Estimación de los residuos a generar.....	5
3.4.	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación. ....	6
3.5.	Separación de los residuos .....	8
3.6.	Prescripciones en la gestión de residuos.....	9
4.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LÍNEA EVACUACIÓN .....	11
4.1.	Residuos. procedencia, cantidad, composición y caracterización .....	11
4.2.	Caracterización de los residuos .....	11
4.3.	Prescripciones en la gestión de residuos.....	12
4.4.	RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TÉRMINO MUNICIPAL. T.M. PADIERNOS .....	14
4.4.1.	Estimación de los residuos a generar .....	14
4.4.2.	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación. ....	15
4.4.3.	Separación de los residuos .....	18
4.5.	RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TÉRMINO MUNICIPAL. T.M. NIHARRA .....	19
4.5.1.	Estimación de los residuos a generar .....	19
4.5.2.	Operaciones de reutilización, valoración o eliminación. ....	20
4.5.3.	Separación de los residuos .....	23
5.	PUNTO LIMPIO.....	24
 <b>ANEXOS:</b>		
	ANEXO I. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	26
	 ANEXO II. PRESUPUESTO .....	 32
1.	PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS PLANTA FOTOVOLTAICA .....	33
2.	PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS LÍNEA EVACACIÓN.....	34
3.	RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS DE LAS INSTALACIONES .....	36



## 1. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, es aplicar el Art. 4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, en la instalación de la Planta Fotovoltaica “EL RINCÓN FV” de 7,21 MWp/ 6,0 MWn y línea subterránea S/C 30 KV de evacuación.

## 2. PROMOTOR DEL PROYECTO

La Sociedad promotora de la Instalación es:

**Denominación:** EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.

**C.I.F.:** B-85263663

**Dirección física y fiscal:** *Calle Quintana vides, 13, Edificio 3 - 3º Piso, 28050, Madrid.*

**Persona de contacto:** *João Marques da Cruz*

**Telefono.:** +34 667 768 496

**Email:** [bd-pd.spain@finerge.com](mailto:bd-pd.spain@finerge.com)

## 3. GESTIÓN DE RESIDUOS DE PLANTA FOTOVOLTAICA

### 3.1. Situación de residuos. procedencia, cantidad, composición y caracterización

La instalación consiste principalmente en las siguientes tareas o fases generadoras de residuos:

- Montaje de las estructuras.
- Montaje de los paneles solares.
- Zanjas eléctricas para cableado eléctrico.
- Excavación-preparación terreno para edificios prefabricados.
- Vallado de la parcela.

En general este tipo de instalaciones presentan un bajo impacto en la generación de residuos, ya que principalmente se generan tierras en la excavación y se reutilizan en la propia instalación.

Otros residuos a considerar son los plásticos y papeles de los envases de las placas fotovoltaicas en la fase de obra.

### 3.2. Caracterización de los residuos

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

**Tierras limpias y materiales pétreos:**

-17.05.04 Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

**RCD de naturaleza pétreo:**

- 17.01.01. Hormigón
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.
- 01.04.09. Residuos de arena y arcilla
- 17.05.04. Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
- 20.02.01. Residuos biodegradables
- 17.01.02. Ladrillos

**RCD de naturaleza no pétreo:**

- 17.02.01. Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03. Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
- 17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.
- 02.01.03. Residuos de tejidos de vegetales

**Residuos peligrosos:**

- 15.02.02. Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11. Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos.

Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

### 3.3. Estimación de los residuos a generar

Cantidades estimadas de cada uno de los residuos:

<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>Tn</b>	<b>d</b>	<b>V</b>
<b>Evaluación teórica del peso por tipología de RDC</b>	<b>Toneladas de cada tipo de RDC</b>	<b>Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)</b>	<b>m<sup>3</sup> Volumen de Residuos</b>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>			
1. Asfalto	0,00	1,3	0,00
2. Madera	2.541,58	0,6	1.524,95
3. Metales	1.270,79	1,5	1.906,18
4. Papel y Cartón	1.270,79	0,9	1.143,71
5. Plástico	2.541,58	0,9	2.287,42
6. Vidrio	0,00	1,5	0,00
7. Yeso	0,00	1,2	0,00
<b>TOTAL estimación</b>	<b>7.624,73</b>		<b>6.862,26</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	2.541,58	1,5	3.812,37
2. Hormigón	1.270,79	1,5	1.906,18
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	1,5	0,00
4. Piedra	1.270,79	1,5	1.906,18
<b>TOTAL estimación</b>	<b>5.083,15</b>		<b>7.624,73</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
1. Basuras	10.166,31	0,9	9.149,68
2. Potencialmente peligrosos y otros	1.016,63	0,5	508,31
<b>TOTAL estimación</b>	<b>11.182,94</b>		<b>9.657,99</b>

### 3.4. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación.

#### Tierras excedentes de excavación

Se procurará localizar algún emplazamiento para el aprovechamiento de las mismas, pudiendo ser:

#### Reutilizadas:

- en la obra,
- en otra obra,
- en acondicionamiento o relleno,
- en restauración de áreas degradadas

Las tierras, que no puedan ser reutilizadas en la misma obra, serán retiradas por un transportista debidamente registrado o autorizado, según lo establecido por la Comunidad Autónoma.

Se puede dar la circunstancia que previamente puedan ser depositadas en:

- una planta de transferencia o
- un almacenamiento temporal, que permita su futura reutilización (Bolsa de tierras).

En caso contrario, cuando no puedan ser reutilizadas, serán eliminadas en depósito controlado o vertedero autorizado.

En nuestro caso no se consideran cantidades significativas, ya que pueden utilizarse en su totalidad para el relleno de las zanjas y en el acondicionamiento de la parcela.

A continuación, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Material según orden MAM/304/2002	Tratamiento	Destino
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reutilización de relleno de parcela	Relleno huecos trasplante árboles
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	reciclado / valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 03	Plástico	reciclado / valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Residuos Netos de Construcción y Demolición – RCD

<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>V</b>	<b>R</b>	<b>V</b>
<b>Evaluación teórica del peso por tipología de RDC</b>	<b>Volumen de Residuos m<sup>3</sup></b>	<b>Previsión de reciclaje en %</b>	<b>Volumen neto de Residuos m<sup>3</sup></b>
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>			
1. Asfalto	0,00	0,00%	0,00
2. Madera	2.541,58	85,00%	381,24
3. Metales	1.270,79	85,00%	190,62
4. Papel y Cartón	1.270,79	85,00%	190,62
5. Plástico	2.541,58	85,00%	381,24
6. Vidrio	0,00	85,00%	0,00
7. Yeso	0,00	0,00%	0,00
<b>TOTAL estimación</b>	<b>7.624,73</b>	<b>85,00%</b>	<b>1.143,71</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	2.541,58	85,00%	381,24
2. Hormigón	1.270,79	85,00%	190,62
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00%	0,00
4. Piedra	1.270,79	85,00%	190,62
<b>TOTAL estimación</b>	<b>5.083,15</b>	<b>85,00%</b>	<b>762,47</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
1. Basuras	10.166,31	95,00%	508,32
2. Potencialmente peligrosos y otros	1.016,63	95,00%	50,83
<b>TOTAL estimación</b>	<b>11.182,94</b>	<b>95,00%</b>	<b>559,15</b>

**3.5. Separación de los residuos**

Al objeto de poder disponer de un residuo de naturaleza inerte (fracciones pétreas y cerámicas), deben separarse los residuos que no tiene dicha consideración, tales como maderas, plásticos, metales, vidrios, mezclas bituminosas, así como los envases y en general todos los residuos que no son admitidos en los vertederos de inertes, de acuerdo con las posibilidades de gestión existentes en la zona. Especial atención se prestará a la separación de los residuos que tengan la consideración de peligrosos que serán depositados en el “Punto Limpio” habilitado a tal efecto.

Según establece el artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 tn
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 tn
Metales	2 tn
Madera	1 tn
Vidrio	1 tn
Plásticos	0,5 tn
Papel y cartón	0,5 tn

Tipo de Residuo	Total Residuo Obra (tn)	Umbral Según Norma (tn)	Separación in situ	Cantidad Generada para recoger (tn)	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
Hormigón	1.270,79	80 tn	Obligatoria	8	1,5	12
Metales	1.270,79	2 tn	Obligatoria	16	1,5	24
Madera	2.541,58	1 tn	Obligatoria	8	0,6	4,8
Plásticos	2.541,58	0,5 tn	Obligatoria	4	0,9	3,6
Papel y cartón	1.270,79	0,5 tn	Obligatoria	4	0,9	3,6

La separación puede realizarse fácilmente, ya que provienen de los embalajes de las placas solares.

La separación en fracciones se llevará a cabo por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

### 3.6. Prescripciones en la gestión de residuos

#### Condiciones de aprovisionamiento y almacenamiento de productos y materiales de construcción:

Para el almacenamiento, tanto de las materias primas que llegan a la obra como de los residuos que se generan y su gestión, se determinan una serie de prescripciones técnicas con el objetivo de reducir los residuos generados o los materiales sobrantes.

#### Prescripciones técnicas para la compra y aprovisionamiento de las materias primas:

- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) en envases retornables de mayor tamaño posible.
- Inspeccionar los materiales comprados antes de su aceptación.
- Comprar los materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
- Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad.
- Limpiar la maquinaria y los distintos equipos con productos químicos de menor

agresividad ambiental (los envases de productos químicos tóxicos hay que tratarlos como residuos peligrosos).

- Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados.
- Adquirir equipos nuevos respetuosos con el medio ambiente.

Prescripciones técnicas para el almacenamiento de las materias primas:

- Informar al personal sobre las normas de seguridad existentes (o elaborar nuevas en caso necesario), la peligrosidad, manipulado, transporte y correcto almacenamiento de las sustancias.
- Aquellos residuos valorizables (plásticos, maderas, chatarra, papel), se depositarán en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- Establecer en los lugares de trabajo, áreas de almacenamiento de materiales; estas zonas estarán alejadas de otras destinadas para el acopio de residuos y alejadas de la circulación.
- Prevenir las fugas de sustancias peligrosas instalando cubetos o bandejas de retención con el fin de minimizar los residuos peligrosos.
- Correcto almacenamiento de los productos (separar los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados depositados en recipientes o recintos destinados a ese fin).

Prescripciones técnicas relativas a la manipulación de residuos:

Los residuos generados serán entregados a un gestor autorizado; hasta ese momento, dichos residuos se mantendrán en unas condiciones adecuadas en cuanto a seguridad e higiene.

Prescripciones técnicas relativas a la posesión de residuos no peligrosos:

- Evitar la eliminación de residuos en caso de poder reutilizarlos en obra o reciclarlos.
- Aportar la información requerida por la Consejería competente de la Comunidad.

Prescripciones técnicas para la gestión de residuos peligrosos:

- Dichos residuos se generarán y almacenarán correctamente y en ningún caso se mezclarán para no dificultar su gestión ni aumentar la peligrosidad de los mismos.
- Los recipientes contenedores de los mismos se etiquetarán y envasarán adecuadamente.
- Se llevará un registro de los residuos peligrosos producidos y su destino.

#### Medidas a aplicar en la gestión del destino final de los residuos:

- Con el fin de controlar los movimientos de los residuos, se llevará un registro de los residuos almacenados, así como de su transporte, bien mediante el albarán de entrega al vertedero o gestor (contendrá el tipo de residuo, la cantidad y el destino).

Comprobación periódica de la correcta gestión de los residuos.

## 4. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LÍNEA EVACUACIÓN

### 4.1. Residuos. procedencia, cantidad, composición y caracterización

La instalación consiste principalmente en las siguientes tareas o fases generadoras de residuos:

- Montaje de las estructuras.
- Montaje de los paneles solares.
- Zanjas eléctricas para cableado eléctrico.
- Excavación-preparación terreno para edificios prefabricados.
- Vallado de la parcela.

En general este tipo de instalaciones presentan un bajo impacto en la generación de residuos, ya que principalmente se generan tierras en la excavación y se reutilizan en la propia instalación.

Otros residuos a considerar son los plásticos y papeles de los envases de las placas fotovoltaicas en la fase de obra.

### 4.2. Caracterización de los residuos

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

#### **Tierras limpias y materiales pétreos:**

-17.05.04 Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

#### **RCD de naturaleza pétreo:**

- 17.01.01. Hormigón
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.
- 01.04.09. Residuos de arena y arcilla
- 17.05.04. Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
- 20.02.01. Residuos biodegradables

- 17.01.02. Ladrillos

#### **RCD de naturaleza no pétreo:**

- 17.02.01. Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03. Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.
- 17.03.02. Mezclas bituminosas sin alquitrán o hulla.
- 02.01.03. Residuos de tejidos de vegetales

#### **Residuos peligrosos:**

- 15.02.02. Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
- 15.01.11. Aerosoles
- 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos.

Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

### **4.3. Prescripciones en la gestión de residuos**

#### Condiciones de aprovisionamiento y almacenamiento de productos y materiales de construcción:

Para el almacenamiento, tanto de las materias primas que llegan a la obra como de los residuos que se generan y su gestión, se determinan una serie de prescripciones técnicas con el objetivo de reducir los residuos generados o los materiales sobrantes.

#### Prescripciones técnicas para la compra y aprovisionamiento de las materias primas:

- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) en envases retornables de mayor tamaño posible.

- Inspeccionar los materiales comprados antes de su aceptación.
- Comprar los materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
- Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad.
- Limpiar la maquinaria y los distintos equipos con productos químicos de menor agresividad ambiental (los envases de productos químicos tóxicos hay que tratarlos como residuos peligrosos).
- Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados.
- Adquirir equipos nuevos respetuosos con el medio ambiente.

Prescripciones técnicas para el almacenamiento de las materias primas:

- Informar al personal sobre las normas de seguridad existentes (o elaborar nuevas en caso necesario), la peligrosidad, manipulado, transporte y correcto almacenamiento de las sustancias.
- Aquellos residuos valorizables (plásticos, maderas, chatarra, papel), se depositarán en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- Establecer en los lugares de trabajo, áreas de almacenamiento de materiales; estas zonas estarán alejadas de otras destinadas para el acopio de residuos y alejadas de la circulación.
- Prevenir las fugas de sustancias peligrosas instalando cubetos o bandejas de retención con el fin de minimizar los residuos peligrosos.
- Correcto almacenamiento de los productos (separar los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados depositados en recipientes o recintos destinados a ese fin).

Prescripciones técnicas relativas a la manipulación de residuos:

Los residuos generados serán entregados a un gestor autorizado; hasta ese momento, dichos residuos se mantendrán en unas condiciones adecuadas en cuanto a seguridad e higiene.

Prescripciones técnicas relativas a la posesión de residuos no peligrosos:

- Evitar la eliminación de residuos en caso de poder reutilizarlos en obra o reciclarlos.
- Aportar la información requerida por la Consejería competente de la Comunidad.

Prescripciones técnicas para la gestión de residuos peligrosos:

- Dichos residuos se generarán y almacenarán correctamente y en ningún caso se mezclarán para no dificultar su gestión ni aumentar la peligrosidad de los mismos.
- Los recipientes contenedores de los mismos se etiquetarán y envasarán adecuadamente.
- Se llevará un registro de los residuos peligrosos producidos y su destino.

Medidas a aplicar en la gestión del destino final de los residuos:

- Con el fin de controlar los movimientos de los residuos, se llevará un registro de los residuos almacenados, así como de su transporte, bien mediante el albarán de entrega al vertedero o gestor (contendrá el tipo de residuo, la cantidad y el destino).

Comprobación periódica de la correcta gestión de los residuos.

#### 4.4. RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TÉRMINO MUNICIPAL. T.M. PADIERNOS

##### 4.4.1. Estimación de los residuos a generar

Cantidades estimadas de cada uno de los residuos:

IDENTIFICACIÓN	Tn	d	V
	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>			
<b>1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>			
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	61,61	1,5	92,41
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>			
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>			
1. Asfalto	0,00	1,3	0,00
2. Madera	0,06	0,6	0,04
3. Metales	0,02	1,5	0,03
4. Papel y Cartón	0,00	0,9	0,00
5. Plástico	0,13	0,9	0,12
6. Vidrio	0,00	1,5	0,00
7. Yeso	0,00	1,2	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,21</b>		<b>0,18</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	6,42	1,5	9,64
2. Hormigón	4,11	1,5	6,16
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	1,5	0,00
4. Piedra	0,00	1,5	0,00

<b>TOTAL</b>	<b>10,53</b>		<b>15,80</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
1. Basuras	0,01	0,9	0,01
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	0,5	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,01</b>		<b>0,01</b>
<b>TOTAL estimación</b>	<b>72,37</b>		<b>108,41</b>

#### 4.4.2. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación.

##### Tierras excedentes de excavación

Se procurará localizar algún emplazamiento para el aprovechamiento de las mismas, pudiendo ser:

##### Reutilizadas:

- en la obra,
- en otra obra,
- en acondicionamiento o relleno,
- en restauración de áreas degradadas

Las tierras, que no puedan ser reutilizadas en la misma obra, serán retiradas por un transportista debidamente registrado o autorizado, según lo establecido por la Comunidad Autónoma.

Se puede dar la circunstancia que previamente puedan ser depositadas en:

- una planta de transferencia o
- un almacenamiento temporal, que permita su futura reutilización (Bolsa de tierras).

En caso contrario, cuando no puedan ser reutilizadas, serán eliminadas en depósito controlado o vertedero autorizado.

En nuestro caso no se consideran cantidades significativas, ya que pueden utilizarse en su totalidad para el relleno de las zanjas y en el acondicionamiento de la parcela.

A continuación, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Material según orden MAM/304/2002	Tratamiento	Destino
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reutilización de relleno de parcela	Relleno huecos trasplante árboles
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	reciclado / valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 03	Plástico	reciclado / valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Residuos Netos de Construcción y Demolición – RCD

IDENTIFICACIÓN	V	R	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	Volumen de Residuos m <sup>3</sup>	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos m <sup>3</sup>
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>			
<b>1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>			
1. Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	92,41	<b>0,95</b>	4,62
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>			
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>			
1. Asfalto	0,00	0,00	0,00
2. Madera	0,04	0,85	0,01
3. Metales	0,03	0,85	0,00
4. Papel y Cartón	0,00	0,85	0,00
5. Plástico	0,12	0,85	0,02
6. Vidrio	0,00	0,85	0,00
7. Yeso	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,18</b>	0,85	<b>0,03</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	9,64	0,85	1,45
2. Hormigón	6,16	0,85	0,92
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00	0,00
4. Piedra	0,00	0,85	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>15,80</b>	0,85	<b>2,37</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
1. Basuras	0,01	0,95	0,00
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	0,95	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,01</b>	0,95	<b>0,00</b>
<b>TOTAL estimación</b>	<b>108,41</b>		<b>7,02</b>

#### 4.4.3. Separación de los residuos

Al objeto de poder disponer de un residuo de naturaleza inerte (fracciones pétreas y cerámicas), deben separarse los residuos que no tiene dicha consideración, tales como maderas, plásticos, metales, vidrios, mezclas bituminosas, así como los envases y en general todos los residuos que no son admitidos en los vertederos de inertes, de acuerdo con las posibilidades de gestión existentes en la zona. Especial atención se prestará a la separación de los residuos que tengan la consideración de peligrosos que serán depositados en el “Punto Limpio” habilitado a tal efecto.

Según establece el artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 tn
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 tn
Metales	2 tn
Madera	1 tn
Vidrio	1 tn
Plásticos	0,5 tn
Papel y cartón	0,5 tn

Tipo de Residuo	Total Residuo Obra (tn)	Umbral Según Norma (tn)	Separación in situ	Cantidad Generada para recoger (tn)	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
Hormigón	143,62	80 tn	Obligatoria	8	1,5	12
Metales	143,62	2 tn	Obligatoria	16	1,5	24
Madera	287,24	1 tn	Obligatoria	8	0,6	4,8
Plásticos	287,24	0,5 tn	Obligatoria	4	0,9	3,6
Papel y cartón	143,62	0,5 tn	Obligatoria	4	0,9	3,6

La separación en fracciones se llevará a cabo por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

#### 4.5. RESIDUOS GENERADOS SEGÚN TÉRMINO MUNICIPAL. T.M. NIHARRA

##### 4.5.1. Estimación de los residuos a generar

Cantidades estimadas de cada uno de los residuos:

IDENTIFICACIÓN	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>			
<b>1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>			
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	54,51	1,5	81,77
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>			
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>			
1. Asfalto	0,00	1,3	0,00
2. Madera	0,05	0,6	0,03
3. Metales	0,02	1,5	0,03
4. Papel y Cartón	0,00	0,9	0,00
5. Plástico	0,11	0,9	0,10
6. Vidrio	0,00	1,5	0,00
7. Yeso	0,00	1,2	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,19</b>		<b>0,16</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	5,68	1,5	8,53
2. Hormigón	3,64	1,5	5,45
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	1,5	0,00
4. Piedra	0,00	1,5	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>9,32</b>		<b>13,98</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
1. Basuras	0,01	0,9	0,01
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	0,5	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,01</b>		<b>0,01</b>
<b>TOTAL estimación</b>	<b>64,03</b>		<b>95,92</b>

#### 4.5.2. Operaciones de reutilización, valoración o eliminación.

##### Tierras excedentes de excavación

Se procurará localizar algún emplazamiento para el aprovechamiento de las mismas, pudiendo ser:

##### Reutilizadas:

- en la obra,
- en otra obra,
- en acondicionamiento o relleno,
- en restauración de áreas degradadas

Las tierras, que no puedan ser reutilizadas en la misma obra, serán retiradas por un transportista debidamente registrado o autorizado, según lo establecido por la Comunidad Autónoma.

Se puede dar la circunstancia que previamente puedan ser depositadas en:

- una planta de transferencia o
- un almacenamiento temporal, que permita su futura reutilización (Bolsa de tierras).

En caso contrario, cuando no puedan ser reutilizadas, serán eliminadas en depósito controlado o vertedero autorizado.

En nuestro caso no se consideran cantidades significativas, ya que pueden utilizarse en su totalidad para el relleno de las zanjas y en el acondicionamiento de la parcela.

A continuación, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Material según orden MAM/304/2002	Tratamiento	Destino
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reutilización de relleno de parcela	Relleno huecos trasplante árboles
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	reciclado / valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 03	Plástico	reciclado / valorización	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
20 01 39	Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/vertedero
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Residuos Netos de Construcción y Demolición – RCD

IDENTIFICACIÓN	V	R	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	Volumen de Residuos m <sup>3</sup>	Previsión de reciclaje en %	Volumen neto de Residuos m <sup>3</sup>
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>			
<b>1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>			
1. Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	81,77	<b>0,95</b>	4,09
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>			
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>			
1. Asfalto	0,00	0,00	0,00
2. Madera	0,03	0,85	0,00
3. Metales	0,03	0,85	0,00
4. Papel y Cartón	0,00	0,85	0,00
5. Plástico	0,10	0,85	0,02
6. Vidrio	0,00	0,85	0,00
7. Yeso	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,16</b>		<b>0,02</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>			
1. Arena Grava y otros áridos	8,53	0,85	1,28
2. Hormigón	5,45	0,85	0,82
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,00	0,00	0,00
4. Piedra	0,00	0,85	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>13,98</b>		<b>2,10</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>			
1. Basuras	0,01	0,95	0,00
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	0,95	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,01</b>	0,95	<b>0,00</b>
<b>TOTAL estimación</b>	<b>95,92</b>		<b>6,21</b>

#### 4.5.3. Separación de los residuos

Al objeto de poder disponer de un residuo de naturaleza inerte (fracciones pétreas y cerámicas), deben separarse los residuos que no tiene dicha consideración, tales como maderas, plásticos, metales, vidrios, mezclas bituminosas, así como los envases y en general todos los residuos que no son admitidos en los vertederos de inertes, de acuerdo con las posibilidades de gestión existentes en la zona. Especial atención se prestará a la separación de los residuos que tengan la consideración de peligrosos que serán depositados en el “Punto Limpio” habilitado a tal efecto.

Según establece el artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 tn
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 tn
Metales	2 tn
Madera	1 tn
Vidrio	1 tn
Plásticos	0,5 tn
Papel y cartón	0,5 tn

Tipo de Residuo	Total Residuo Obra (tn)	Umbral Según Norma (tn)	Separación in situ	Cantidad Generada para recoger (tn)	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m <sup>3</sup> Volumen de Residuos
Hormigón	112,44	80 tn	Obligatoria	8	1,5	12
Metales	112,44	2 tn	Obligatoria	16	1,5	24
Madera	224,88	1 tn	Obligatoria	8	0,6	4,8
Plásticos	224,88	0,5 tn	Obligatoria	4	0,9	3,6
Papel y cartón	112,44	0,5 tn	Obligatoria	4	0,9	3,6

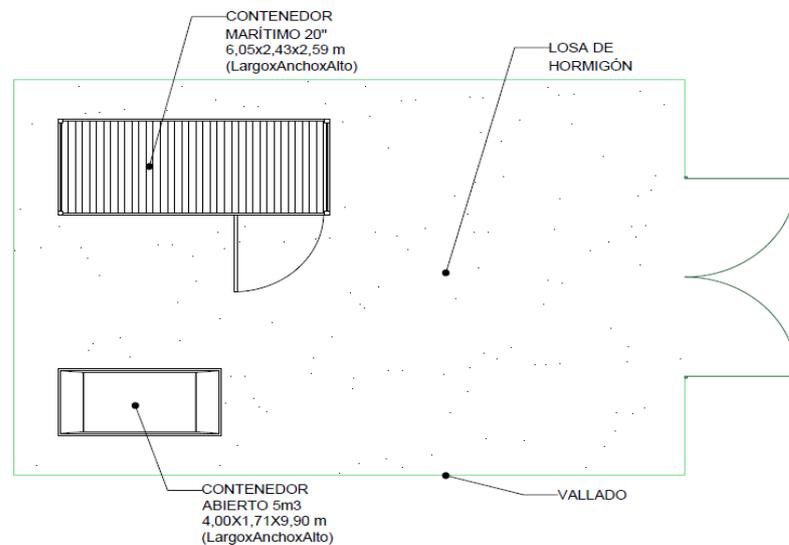
La separación en fracciones se llevará a cabo por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

## 5. PUNTO LIMPIO

Durante la construcción de la planta fotovoltaica se habilitará un punto limpio dentro del vallado de la instalación para almacenaje temporal de los residuos que se vayan produciendo durante la construcción previo traslado al vertedero autorizado o plantas de reciclaje.

En el punto limpio se dispondrá de todo lo necesario para separar los residuos según la naturaleza del material como indica en el punto 1.3 del presente anexo.

En todo momento se deberá cumplir con la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.



---

# ANEXO I. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.

---

## 1. Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.

- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.

- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.

- El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.

- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.

- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.

- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

## 2. Respecto a la segregación de los residuos:

- La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

En el caso de Residuos Peligrosos (RP), siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.

En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 8 t  
Metal: 16 t  
Madera: 8 t  
Plástico: 4 t  
Papel y cartón: 4 t

- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

## 3. En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

-Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.

- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

#### 4. Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según la Ley 7/2022, de 8 de abril. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).

- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.

- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (art. 15 del RD 833/1988 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (RD 379/2001):

- Definir una zona específica.

- No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

- ¿Dónde situarlo?

En el exterior bajo cubierta.

Dentro de la nave, en intemperie en envases herméticamente cerrados.

- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal: Suelo impermeabilizado.

Cemento u hormigón.

Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)

Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos. Alejado de la red de saneamiento

- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar:

Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
  - 1 recipiente/cada tipo de residuo.
  - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.

- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.

- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información (art. 14.2 de RD 833/88, que ha sido modificado: El código y la descripción del residuos de acuerdo con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE y el código y la descripción de la característica de peligrosidad de acuerdo con la Ley 07/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados modificado por el Reglamento 1357/2914, de 18 de diciembre por el que se modifica el anexo III de la Directiva 2008/98 /CE:

- Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
- Fechas de envasado.
- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos, se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
  - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
  - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
  - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
  - Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
  - Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 40; Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados).

##### 5. Requisitos generales de traslado (RD 180/2015):

- Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:

- Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
- Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
- Periodicidad estimada de los traslados.
- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
  - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos I y II de la Ley 7/2022, de 8 de abril.

6. Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del RD 180/2015.

1. Número de documento de identificación.
2. Número de notificación previa.
3. Fecha de inicio del traslado.
4. Información relativa al operador del traslado.
5. Información relativa al origen del traslado.
6. Información relativa al destino del traslado.
7. Características del residuo que se traslada.
8. Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
9. Otras informaciones.

- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

1. Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.

2. Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.

3. El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento

de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.

4. En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,

5. En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, los residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

7. Según el RD 833/1988 se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- art. 15. No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

8. DOCUMENTACIÓN QUE SE GENERARAN EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS:

FASE	Documentación	Legislación
Inicio de obra	Plan de Gestión de Residuos.	
	Comunicación previa al inicio de la actividad. (NIMA)	Ley 7/2022
Fase de obra	Datos Gestor de Residuos Peligrosos.	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos.	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos.	
	Documentos de Aceptación*	
	Documentos de Control y Seguimiento*	
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra.	Ley 7/2022

\*Se deben guardar durante cinco años.

---

## ANEXO II. PRESUPUESTO

---

## 1. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS PLANTA FOTOVOLTAICA

PRESUPUESTO					
IDENTIFICACIÓN	Vt	Vc	N	P	COSTE
	Volumen neto de Residuos m <sup>3</sup>	Volumen Camión m <sup>3</sup>	Nº Camión	Precio Camión	Importe Total
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>					
2. Madera	381,24	Camión 10 Tn máx 10 km	49	58,21	2.852,29 €
3. Metales	190,62	Camión 10 Tn máx 10 km	13	58,21	756,73 €
4. Papel y Cartón	190,62	Camión 10 Tn máx 10 km	49	58,21	2.852,29 €
5. Plástico	381,24	Camión 10 Tn máx 10 km	96	58,21	5.588,16 €
<b>TOTAL estimación</b>	<b>1.143,71</b>				<b>12.049,47 €</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>					
1. Arena Grava y otros áridos	381,24	Camión 10 Tn máx 10 km	49	58,21	2.852,29 €
2. Hormigón	190,62	Camión 10 Tn máx 10 km	25	58,21	1.455,25 €
4. Piedra	190,62	Camión 10 Tn máx 10 km	25	58,21	1.455,25 €
<b>TOTAL estimación</b>	<b>762,47</b>				<b>5.762,79 €</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>					
1. Basuras	508,32	Camión 10 Tn máx 10 km	65	70,50	4.582,50 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	50,83	Camión 10 Tn máx 10 km	8	95,42	763,36 €
<b>TOTAL estimación</b>	<b>559,15</b>				<b>5.345,86 €</b>
<b>COSTE TOTAL DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs estimación</b>					<b>23.158,12 €</b>

## 2. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS LÍNEA EVACACIÓN.

A continuación, se describe el presupuesto de la gestión de residuos obtenidos de la obra de la línea de evacuación en el término municipal de **Padiernos**:

PRESUPUESTO					
IDENTIFICACIÓN	Vt	Vc	N	P	COSTE
	Volumen neto de Residuos m <sup>3</sup>	Volumen Camión m <sup>3</sup>	Nº Camión	Precio Camión	Importe Total
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>					
<b>1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>					
1. Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	4,62	Camión 10 Tn máx 10 km	0	58,21	0,00 €
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>					
2. Madera	0,01	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	0,85 €
3. Metales	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	30,85 €
4. Papel y Cartón	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	30,85 €
5. Plástico	0,02	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	30,85 €
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,03</b>				<b>123,41 €</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>					
1. Arena Grava y otros áridos	1,45	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	30,85 €
2. Hormigón	0,92	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	30,85 €
4. Piedra	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	0	58,21	0,00 €
<b>TOTAL estimación</b>	<b>2,37</b>				<b>61,70 €</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>					
1. Basuras	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	70,50	37,37 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	95,42	50,57 €
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,00</b>				<b>87,94 €</b>
<b>COSTE TOTAL DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs estimación</b>					<b>273,05 €</b>

A continuación, se describe el presupuesto de la gestión de residuos obtenidos de la obra de la línea de evacuación en el término municipal de **Niharra**:

PRESUPUESTO					
IDENTIFICACIÓN	Vt	Vc	N	P	COSTE
	Volumen neto de Residuos m <sup>3</sup>	Volumen Camión m <sup>3</sup>	Nº Camión	Precio Camión	Importe Total
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>					
<b>1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN</b>					
1. Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	4,09	Camión 10 Tn máx 10 km	0	58,21	0,00 €
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>					
2. Madera	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	27,36 €
3. Metales	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	27,36 €
4. Papel y Cartón	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	27,36 €
5. Plástico	0,02	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	27,36 €
TOTAL estimación	<b>0,02</b>				<b>109,43 €</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>					
1. Arena Grava y otros áridos	1,28	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	27,36 €
2. Hormigón	0,82	Camión 10 Tn máx 10 km	1	58,21	27,36 €
4. Piedra	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	0	58,21	0,00 €
TOTAL estimación	<b>2,10</b>				<b>54,72 €</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>					
1. Basuras	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	70,50	33,14 €
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,00	Camión 10 Tn máx 10 km	1	95,42	44,85 €
TOTAL estimación	<b>0,00</b>				<b>77,98 €</b>
<b>COSTE TOTAL DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs estimación</b>					<b>242,13 €</b>

### 3. RESUMEN PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS DE LAS INSTALACIONES

RESUMEN GESTIÓN DE RESIDUOS		
CAPÍTULO	CONCEPTO	EUROS
1	TOTAL PLANTA FOTOVOLTAICA Y LÍNEA EVACUACIÓN – T.M. PADIERNOS	23.431,17 €
2	TOTAL LÍNEA EVACUACIÓN - NIHARRA	242,13 €
<b>TOTAL</b>		<b>23.673,30 €</b>



# DOCUMENTO N° 2.7: IDENTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

N° Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

---

## ÍNDICE

1	OBJETO.....	3
2	NORMATIVA.....	3
3	SUSTANCIAS PELIGROSAS EN LAS FASES DE LAS INSTALACIONES.....	3
4	SUSTANCIAS RADIOACTIVAS.....	8
5	CONCLUSIÓN .....	8

## 1 OBJETO

El objeto de este anexo es presentar, de forma clara, una valoración del conjunto de sustancias peligrosas existentes durante las fases (ejecución, explotación y desmantelamiento) del proyecto constructivo de la Planta Fotovoltaica “El Rincón FV” de 7,2 MWp / 6,3 MWn y servirá de base para la redacción del correspondiente informe sobre vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos de accidentes graves.

## 2 NORMATIVA

El presente documento, se redacta de acuerdo con:

- R.D. 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- R.D. 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar lugar a situaciones de emergencia.
- Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006.
- R.D. 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- R.D. 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Recomendaciones en el Transporte de Mercancías Peligrosas (Libro Naranja) del Comité de Expertos en el Transporte de Mercancías Peligrosas de la Organización de las Naciones Unidas.

## 3 SUSTANCIAS PELIGROSAS EN LAS FASES DE LAS INSTALACIONES

En las fases de la instalación (ejecución, explotación y desmantelamiento) se utilizarán o almacenarán sustancias peligrosas cuya cantidad no supera el umbral que pueda afectar al medio ambiente en un posible accidente. A continuación, se indican y cuantifican las sustancias peligrosas utilizadas en las diferentes fases de la instalación:

### ➤ Durante la fase de construcción:

En esta fase, se llevará a cabo la construcción de las instalaciones. Siendo una fase de riesgo al generar muchos residuos y donde se utilizan sustancias peligrosas.

Se prevé la instalación de un depósito de combustible, para el abastecimiento de la maquinaria. Dicho depósito, se legalizará y se instalará en una zona controlada, pavimentada y dotada de las medidas de seguridad necesarias.

Al realizar los mantenimientos de los vehículos en talleres autorizados, los residuos o sustancias peligrosas que pudieran generar serían puntuales.

En determinadas zonas de la obra se podrán utilizar grupos electrógenos y realizar soldaduras o cortes de materiales. Cuyas sustancias peligrosas utilizadas son gasolina y acetileno.

Durante la fase de acabados del centro de transformación, serán necesarias pinturas.

Para la puesta punto de los equipos en los centros de transformación, será necesario la utilización de grasas, aceites y productos limpiadores.

➤ **Durante la fase de explotación:**

Durante el periodo de explotación, prevista a 30 años mínimo, principalmente se realizará el mantenimiento de las instalaciones y recambios de equipos.

En esta fase no se dispondrá de depósito de combustible, debido a que no habrá una circulación diaria de vehículos o maquinaria, sino que sus servicios serán provocados por mantenimiento, averías y seguridad.

Para el mantenimiento de los equipos en los centros de transformación, principalmente se utilizarán productos limpiadores, grasas y aceite dieléctrico.

➤ **Durante la fase de desmantelamiento:**

Esta fase es muy parecida a la fase de construcción, siendo también una fase de riesgo basándose principalmente en la demolición, desmonte y transporte de los equipos utilizados para la construcción.

Se volverá a instalar un depósito de combustible, para el abastecimiento de la maquinaria, ubicándolo en una zona controlada, pavimentada y dotada de las medidas de seguridad necesarias.

En determinadas zonas de la obra se podrán utilizar grupos electrógenos y realizar soldaduras o cortes de materiales. Cuyas sustancias peligrosas utilizadas son gasolina y acetileno.

Una vez comprobada la lista de sustancia incluidas en el Anexo I, del Real Decreto 840/2015, se ha comprobado que en la instalación solar FV existe la presencia de sustancias contempladas en el anexo I Sustancias Peligrosas, en las tres fases del proceso (construcción, explotación y desmantelamiento).

El Anexo I, establece que a las sustancias peligrosas incluidas en las categorías de peligro enumeradas en la columna 1 de la parte 1 de este anexo se les aplicarán las cantidades umbral las indicadas en las columnas 2 y 3 de la parte 1.

Adicionalmente se establece que en el caso de que una sustancia peligrosa esté incluida tanto en la parte 1 como en la parte 2 de este anexo, se aplicarán las cantidades umbral indicadas en las columnas 2 y 3 de la parte 2.

Se adjunta tabla con la relación de sustancias, con su composición y clasificación según el Reglamento 1272/2008 y el Anexo I RD 840/2015.

TABLA 1. SUSTANCIAS PELIGROSAS EN FASE DE CONTRUCCIÓN Y DESMANTELAMIENTO

FASE DE CONSTRUCCIÓN Y DESMANTELAMIENTO											
RELACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS - INFORMACIÓN											
DENOMINACIÓN	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD ALMACENADA (toneladas)	COMPONENTES	Nº CAS Nº CE Nº ONU	CONCENTRACIÓN	Clasificación s/ Reglamento 1272/2008		CATEGORÍA S/ ANEXO 1 RD 840/2015		Cantidad umbral Requisito Nivel Inferior (toneladas)	Cantidad umbral Requisito Nivel Superior (toneladas)
						Clase y categoría de peligro	Código de indicación de peligro	Parte 1 (Sustancias peligrosas)	Parte 2 (Sustancias nominadas)		
ACEITE MINERAL DIELÉCTRICO	Transformadores PFV	2 Trafos en CT (4 tn totales en forma líquida)	Destilados (petróleo), hidrotratado ligero nafténico	CAS:64742-53-6	95,00-100,00 %	Asp. Tox. 1	H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	H2	34. Productos del petróleo y combustibles alternativos	2.500	25.000
			Hidroxí tolueno butilado	CAS: 128-37-0	0,25-0,50 %	Aquatic Chronic, 1;	H412: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.				

GASOLINA 95 (Gasolina sin plomo)	Grupos electrógenos	1 grupos (10 litros totales)	Primera fracción de productos de craqueo catalítico y de la destilación de petróleo; naftas de baja temperatura de ebullición.	CAS: 64741-42-0 CE: 265-042-6 ONU: 1203	99%	Flam. Liq. 1, Acute Tox. 4, Acute Tox. 4, Acute Tox. 4, Skin Irrit. 2, Repr. 2, STOT SE 3, STOT RE 2, Asp. Tox. 1, Aquatic Chronic 2,	H224 Líquido y vapores extremadamente inflamables. H302 Nocivo en caso de ingestión. H312 Nocivo en contacto con la piel. H332 Nocivo en caso de inhalación. H315 Provoca irritación cutánea. H361d Se sospecha que daña al feto. H336 Puede provocar somnolencia o vértigo. H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.	H2	34. Productos del petróleo y combustibles alternativos	2.500	25.000
-------------------------------------	---------------------	------------------------------	--	---	-----	---	---	----	---	-------	--------

ACEITE LUBRICANTE	Vehículos y maquinaria	0,5	Aceite lubricante multigrado para vehículos con motores diesel rápido	CAS: 72623-87-1 ONU: 1202	98%	Eye Irrit 2	H319 - Provoca irritación ocular grave.	H2	34. Productos del petróleo y combustibles alternativos	2.500	25.000
-------------------	------------------------	-----	---	------------------------------	-----	-------------	---	----	--	-------	--------

TABLA 2. SUSTANCIAS PELIGROSAS EN FASE DE EXPLOTACIÓN

FASE DE EXPLOTACIÓN											
RELACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS - INFORMACIÓN											
DENOMINACIÓN	LOCALIZACIÓN	CANTIDAD ALMACENADA (toneladas)	COMPONENTES	Nº CAS Nº ONU	CONCENTRACIÓN	Clasificación s/ Reglamento 1272/2008		CATEGORÍA S/ ANEXO 1 RD 840/2015		Cantidad umbral Requisito Nivel Inferior (toneladas)	Cantidad umbral Requisito Nivel Superior (toneladas)
Especificar: Sustancia pura o mezcla - Denominación comercial del producto						Clase y categoría de peligro	Código de indicación de peligro	Parte 1 (Sustancias peligrosas)	Parte 2 (Sustancias nominadas)		
ACEITE MINERAL DIELECTRICO	Transformadores PFV	2 Trafos en CT (4 tn totales en forma líquida)	Destilados (petróleo), hidrotratado ligero nafténico	CAS:64742-53-6	95,00-100,00 %	Asp. Tox. 1	H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.	H2	34. Productos del petróleo y combustibles alternativos	2.500	25.000
			Hidroxi tolueno butilado	CAS: 128-37-0	0,25-0,50 %	Aquatic Chronic, 1	H412: Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.				

#### **4 SUSTANCIAS RADIOACTIVAS.**

El Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas. Este RD sería de aplicación en el caso de que la instalación o el establecimiento contenga en algún momento de su vida útil (ejecución, explotación o desmantelamiento) alguna de las instalaciones radiactivas clasificadas en dicho reglamento. Verificado las instalaciones establecidas en dicho RD, se puede indicar que la planta solar fotovoltaica no contendrá ninguna de ellas, por lo que no le es de aplicación dicha legislación.

#### **5 CONCLUSIÓN**

El volumen existente en el establecimiento para las sustancias indicadas es muy inferior a las 2.500 Tn establecidas para la consideración de un establecimiento de categoría inferior, por lo que no le sería de aplicación lo establecido en el RD 840/2015.

La instalación fotovoltaica, no presentará en ningún momento de su vida útil (ejecución, explotación o desmantelamiento) alguna de las instalaciones radiactivas clasificadas en el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.

# DOCUMENTO N° 2.8: DESMANTELAMIENTO Y RESTITUCIÓN

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

N° Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

---

## ÍNDICE GENERAL

- I. MEMORIA DESCRIPTIVA**
- II. PRESUPUESTO**

---

# I. MEMORIA DESCRIPTIVA

---

En Albacete, en agosto de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

<b>I. MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1. NORMA DE APLICACIÓN .....	3
<b>2. EMPLAZAMIENTO DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR EL PARQUE FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. PLANTA FOTOVOLTAICA .....	4
2.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN .....	5
2.3. ESTADO PREVIO DE LA FINCA .....	6
2.3.1. <i>Uso</i> .....	6
2.3.2. <i>Morfología</i> .....	6
2.3.3. <i>Hidrología</i> .....	6
2.3.4. <i>Vegetación y Fauna</i> .....	6
2.3.5. <i>Accesos</i> .....	6
2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO .....	7
2.4.1. <i>Desmontaje de Módulos Fotovoltaicos</i> .....	7
2.4.2. <i>Desmontaje de Estructuras Soporte de Módulos</i> .....	8
2.4.3. <i>Desmontaje de los Circuitos Eléctricos e Interconexión</i> .....	8
2.4.4. <i>Desmontaje de Inversores</i> .....	8
2.4.5. <i>Desmontaje de Transformadores</i> .....	9
2.4.6. <i>Desmontaje de los Sistemas de Seguridad, Vigilancia, Control, Medida y Aluminado</i> .....	9
2.4.7. <i>Eliminación de Infraestructuras y Cimentaciones</i> .....	9
2.4.8. <i>Desmontaje del Cerramiento Perimetral</i> .....	9
2.4.9. <i>Restauración Final</i> .....	9
<b>3. DESMANTELAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN.....</b>	<b>10</b>
3.1. DESMANTELAMIENTO DE LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN .....	10
3.1.1. <i>Proceso de desmontaje</i> .....	11
<b>4. RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS .....</b>	<b>11</b>
<b>5. PLAN DE DESMANTELAMIENTO .....</b>	<b>12</b>
<b>6. PROYECTO DE RESTITUCIÓN DE LOS TERRENOS, ÁREAS DE ACOPIOS TEMPORALES, CAMPA Y ZONA DE OBRAS QUE NO SON UTILIZADAS POR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>12</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

La última fase del proyecto, una vez finalizada la vida útil de la planta solar fotovoltaica, es la de restitución del área ocupada por las instalaciones.

En esta etapa se realizan los trabajos de desmantelamiento, tratamiento de residuos y restitución del terreno eliminando todas las canalizaciones, drenajes, cableados, cimentaciones, etc.

Así pues, en este anexo se describirán los trabajos necesarios para el desmantelamiento de la planta solar fotovoltaica, así como las instalaciones de evacuación propias (Línea Subterránea de evacuación 30 kV), y la restauración de las condiciones ambientales y paisajísticas oportunas para que los terrenos utilizados vuelvan a la situación anterior al establecimiento de la actividad.

Por otra parte, se valorarán dichos trabajos para fijar la cuantía que sirva de aval para asegurar los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

### **1.1. Norma de Aplicación**

La normativa de aplicación a tener en cuenta en este documento de desmantelamiento en orden cronológico es la siguiente:

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento que desarrolla la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Orden de 12 de julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

## 2. EMPLAZAMIENTO DE LOS TERRENOS AFECTADOS POR EL PARQUE FOTOVOLTAICO

Las instalaciones del proyecto, se sitúan en el Término Municipal de Padiernos para toda la planta solar y la línea MT a 30 KV, transcurre por el Término Municipal de Padiernos y de Niharra en la provincia de Ávila.

### 2.1. Planta Fotovoltaica

El emplazamiento de la Planta Fotovoltaica será en las parcelas que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Parcelas de la implantación.

Nº Parcela en Proyecto	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Superficie Catastral (m2)
1	Padiernos	Ávila	19	369	05176A019003690000WZ	44.403
2	Padiernos	Ávila	19	368	05176A019003680000WS	40.353
3	Padiernos	Ávila	19	367	05176A019003670000WE	51.089
4	Padiernos	Ávila	19	366	05176A019003660000WJ	8.964

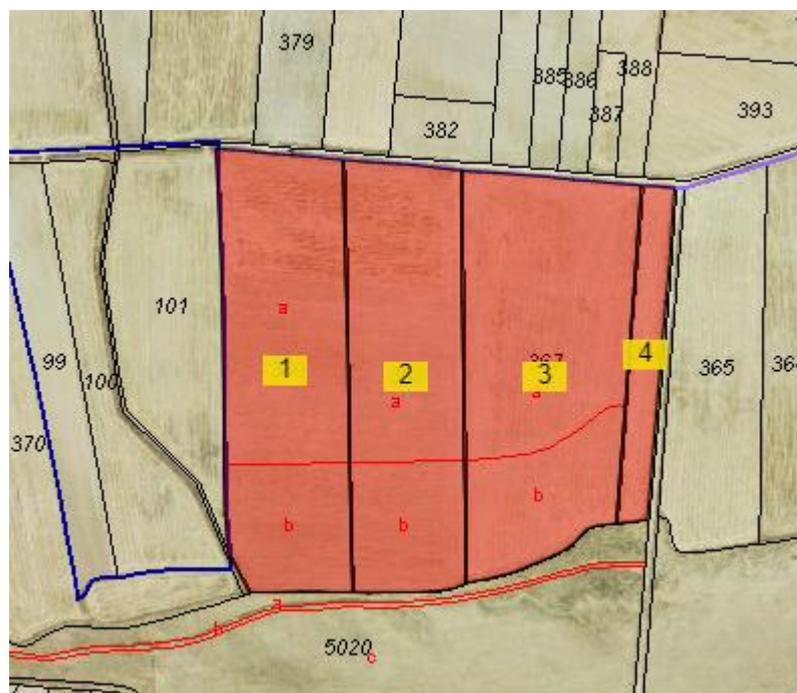


Imagen 1. Parcelas Implantación PFV.

La zona seleccionada para la ubicación de la planta solar fotovoltaica es de uso agrícola y con calificación urbanística de Suelo Rústico Común en el paraje "CASAS MUÑOCHAS" y destinada al cultivo de herbáceas en secano, situada a una altitud media de 1.100 m.

El acceso principal se sitúa en el este, por un camino público.

**Coordenadas UTM ETRS89, H30N del Centro Geométrico de la instalación:**

**X = 341.259**

**Y = 4.495.529**

La superficie ocupada por todos los equipos e instalaciones que componen la planta fotovoltaica, es la correspondiente al vallado perimetral, la cual corresponde a **13,33 Ha.**

Por último, mencionar que los terrenos están situados en zonas dedicadas al sector agrario.

## 2.2. Descripción técnica de la instalación

Se proyecta una planta fotovoltaica conectada a la red de distribución con una potencia nominal de 6.000 kWn, con las siguientes características:

*Tabla 2. Resumen instalación PFV*

CONFIGURACIÓN PFV		
POTENCIA PICO	7.215,00	kWp
POTENCIA INSTALADA (30º C)	6.336,00	kWp
POTENCIA CONCEDIDA	6.000,00 (Limitado)	kWn
RATIO DC/AC	1,20	-
SUP. VALLADO	13,33	Hectáreas
SUP. MÓDULOS	34.481	m <sup>2</sup>
MÓDULO TRINA SOLAR TSM-DEG21C.20-650M		
POTENCIA MÓDULO	650	W
MÓDULOS/STRINGS	30	Ud.
Nº MÓDULOS	11.100	Ud.
INVERSOR SUNGROW SG350HX - 350KW		
POTENCIA NOMINAL INVERSOR	350	KVA
POTENCIA INVERSOR (50º C)	295	KVA
POTENCIA INVERSOR (30º C)	352	KVA
Nº INVERSORES	18	Ud.
Nº STRINGS	370	Ud.
Nº TRACKERS INVERSOR	10,5 y 10	Ud.
Nº STRINGS/INVERSOR	21 y 20	Ud.
TRACKER SCHLETTER		
TIPO DE TRACKER	SEGUIDOR HORIZONTAL 1V	
MÓDULOS/TRACKER	60	Ud.
STRINGS/TRACKER	2	Ud.
Nº TOTAL DE TRACKERS	185	Ud.
PITCH	6,45	m.

CENTRO TRANSFORMACIÓN		
Nº UNIDADES	1	Ud.
POTENCIA	6.600	KVA
Nº TRANSFORMADORES	2	Ud.
POTENCIA TRANSFORMADOR	3.300	KVA

### 2.3. Estado previo de la finca

#### 2.3.1. *Uso*

Según los datos proporcionados por Catastro, las parcelas tienen un uso de Labor o labradío regadío al igual que los terrenos del entorno.

#### 2.3.2. *Morfología*

La mayor parte de la zona presenta pendientes muy suaves.

#### 2.3.3. *Hidrología*

No se contempla.

#### 2.3.4. *Vegetación y Fauna*

Debido a los continuos trabajos de arado y circulación de tractores para la explotación del cereal, el suelo de la parcela se encuentra desnudo con sólo la aparición de vegetación de pequeño tamaño.

Debido a esta ausencia de cobertura vegetal, la fauna presente en la parcela está constituida por especies de pequeño tamaño de reptiles, mamíferos, anfibios e insectos.

#### 2.3.5. *Accesos*

El acceso principal se sitúa en el este, por un camino público "**Camino de Solosancho**".

## 2.4. Descripción de las obras de desmantelamiento

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, esta instalación se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante hincado para la colocación de los paneles.
- Módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino.
- Instalación eléctrica subterránea en canalización mediante tubos.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua en alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y transformación.
- Vallado perimetral.
- Sistema de seguridad.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de las estructuras metálicas de apoyo de dichos módulos.
- Retirada de los circuitos eléctricos e interconexiones.
- Desmontaje del sistema de inversión.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado.
- Demolición de las infraestructuras y cimentaciones.
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Retirada de la infraestructura de evacuación.
- Restauración final.

### 2.4.1. *Desmontaje de Módulos Fotovoltaicos*

En primer lugar, se procederá a desmontar los módulos fotovoltaicos de las estructuras soporte a las que están sujetos.

Hay que tener en cuenta que están unidos por tornillería de seguridad en las cuatro esquinas de su marco y por pinzas de sujeción por lo que, una vez cortados los tornillos con un disco radial, por ejemplo, se abrirán las sujeciones y se extraerá el panel.

Una vez desmontados, para determinar su destino final, se tendrá en cuenta su estado de funcionamiento ya que normalmente nos encontraremos con módulos fotovoltaicos con una degradación del 20%, pero que producirán energía, en cualquier caso.

En placas bajo estas condiciones, se procederá a almacenarlos para su reventa en instalaciones rurales donde los requerimientos de potencia y pérdidas son menores que en plantas de potencia de generación centralizada.

En caso de no ser posible su reutilización, serán transportados a la planta de reciclaje autorizada más próxima para la elaboración de nuevos módulos.

#### **2.4.2. Desmontaje de Estructuras Soporte de Módulos**

Debido a que las estructuras están montadas a base de tornillería y cordones de soldadura el proceso de retirada es muy simple.

En primer lugar, se desmontará la parrilla de aluminio galvanizado que soporta a los paneles y, una vez en el suelo, se procederá a desarmarla.

Tras esto, se extraerá el fuste de acero galvanizado mediante medios mecánicos.

Los materiales metálicos que se obtienen, se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima.

#### **2.4.3. Desmontaje de los Circuitos Eléctricos e Interconexión**

En la instalación eléctrica se puede considerar distintos tramos:

- Un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijados a la estructura.
- Un segundo tramo, desde las estructuras hasta el centro de inversión a media tensión.
- Un tercer tramo, desde los centros de transformación, hasta la subestación.

Estos tres últimos tramos se encuentran en una red de canalizaciones o zanjas subterráneas bajo tubo de PVC.

Por lo tanto, primeramente, se procederá a la desconexión por corte del cableado de interconexión de módulos fotovoltaicos que ya se habrá realizado con el desmantelamiento de los módulos.

Los cables se quitarán de la estructura soporte y se almacenarán en zona segura para su traslado.

Una vez realizado, se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas y la extracción de los tubos, luego se sacarán los cables de su interior y se almacenarán al igual que los anteriores.

Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación.

Los tubos de PVC de las canalizaciones subterráneas junto con los demás residuos metálicos se transportarán en camiones a vertederos autorizados o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.

Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

#### **2.4.4. Desmontaje de Inversores**

Se desconectarán los inversores de las líneas de strings y la línea trifásica de salida. Posteriormente se desmontarán de sus soportes para su posterior traslado y reciclado.

#### **2.4.5. Desmontaje de Transformadores**

Se aislarán eléctricamente los transformadores eléctricos y, junto al inversor, serán trasladados para su posterior utilización y si esta no es posible, se llevarán a un vertedero autorizado.

Como los equipos son de grandes dimensiones, será necesaria la ayuda de una grúa para acopiarlos en el camión.

#### **2.4.6. Desmontaje de los Sistemas de Seguridad, Vigilancia, Control, Medida y Alumbrado**

Se procederá al desmantelamiento del interior de las casetas donde se alojan los equipos de vigilancia, seguridad, control, medida y centralización de contadores.

Así como también, el circuito de alumbrado exterior, de interior.

Estos residuos se entregarán al gestor de residuos eléctricos y electrónicos.

En la caseta donde se encuentra la centralización de inversores, también se desmontará las cajas con los equipos electrónicos de medición, caja de fusibles, interruptor general manual, etc.

#### **2.4.7. Eliminación de Infraestructuras y Cimentaciones**

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las casetas y de las losas de cimentación.

Respecto a las casetas, se procederá al desmontaje de la cubierta y los cerramientos, posteriormente se eliminarán los perfiles metálicos mediante corte de los mismos.

La losa de hormigón será demolida mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros.

Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

Las arquetas también se añadirán a los residuos metálicos férreos.

Respecto a los caminos interiores ejecutados para la circulación por el interior de la finca se retirarán las capas de zahorra o capas de firme utilizadas y se llevarán a un vertedero autorizado para dichos residuos inertes.

#### **2.4.8. Desmontaje del Cerramiento Perimetral**

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo por peón ordinario que se encargará de retirar los postes y vallas metálicas.

Para los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático.

Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones.

#### **2.4.9. Restauración Final**

La fase final de restauración del medio contemplará los siguientes trabajos:

a) Rellenado y compactado de los huecos en el terreno con terreno natural que dejarían los siguientes elementos:

- Cimentaciones de los montantes del vallado perimetral, así como de los montantes de las puertas de acceso.

- Arquetas y canalización subterránea para conducción de circuitos en corriente continua desde el generador solar hasta las cajas de concentración y desde éstas hasta los centros de transformación a media tensión.

- Canalizaciones subterráneas para evacuación de corriente alterna desde las estaciones de inversión hasta el centro de transformación y desde este hasta el punto de evacuación.

- Arquetas y losas de cimentación de dichas edificaciones.

b) Se prevé habilitar el terreno para el cultivo contemplándose la posibilidad de un aporte de tierra vegetal en determinadas zonas más afectadas del parque, aunque no se estima estrictamente necesario, y su posterior arado para conseguir uniformidad y un aireado del suelo.

Aunque debido a un crecimiento de la presión urbanística y de infraestructuras de la zona estos usos pueden variar.

### **3. DESMANTELAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN**

Las infraestructuras de evacuación están compuestas por las siguientes infraestructuras:

- Línea de evacuación de media tensión de 30 kV que conecta el centro de transformación de la planta fotovoltaica con la Subestación Elevadora 132/30 kV.

En principio, es necesaria la desconexión de la extensión total de la planta fotovoltaica con la red de distribución, por tanto, se desmantelarán todas las instalaciones anteriormente descritas.

#### **3.1. Desmantelamiento de líneas de media tensión**

Se desconectarán las siguientes líneas de media tensión:

- Línea subterránea particular que conecta el centro de transformación de la planta fotovoltaica con la Subestación Elevadora 132/30 kV.

Desde el punto de vista del estudio de desmantelamiento, estas instalaciones se componen de los siguientes elementos:

- Tubos de PEDC DE 160 mm de diámetro.
- Conductor 3x1x150 RHZ1 AL + H16 (18/30 kV) unipolares.
- Chapas de acero.
- Cintas de señalización.
- Placa de señalización PE.
- Arqueta.
-

El proceso de desmontaje de la línea es el siguiente:

- Excavación en las zanjas.
- Retirada de conductores eléctricos y de fibra.
- Retirada de arqueta.
- Relleno de zanjas y huecos de arquetas.
- Restauración final.

### **3.1.1. Proceso de desmontaje**

- El proceso de desmontaje de las líneas subterráneas se divide en 3 fases:

#### Primera fase. Excavación:

En esta fase se procederá a retirar las capas de tierra seleccionada de excavación, arena y a demoler el hormigón, según proceda si es paralelismo o es cruzamiento con carreteras y caminos.

#### Segunda fase. Retirada de la línea eléctrica de 30 kV:

En esta segunda fase se procede a retirar los elementos constructivos que componen la línea subterránea. Se procede a sacar de la canalización subterránea los tubos de PEDC de 160 mm de diámetro que albergan los conductores de fase RHZ1 AL + H16 (18/30 kV).

#### Tercera fase. Relleno de zanja:

Una vez terminadas las fases 2 y 3, ya no quedarán elementos dentro de las zanjas como hormigón, arena tubos o cintas de señalización. Ahora se procederá a rellenar las zanjas con arena de excavación, en aquellos casos en los que la zona afectada por la zanja subterránea no esté hormigonada. En los casos en los que la zona afectada esté hormigonada se rellenará de arena de excavación, hormigón y asfalto (en los casos que procedan).

## **4. RECICLADO Y RESIDUOS NO RECICLABLES O TÓXICOS**

Debemos tener en cuenta la posible reutilización de los elementos y materiales resultantes del desmantelamiento de la planta solar fotovoltaica.

En primer lugar, aclarar que durante el desmantelamiento de la instalación no se generarán residuos tóxicos o peligrosos.

Para el caso de los paneles fotovoltaicos, una vez desmontados de las estructuras, se procederán a su traslado a un centro de tratamiento y reciclado que garantice su eliminación sin perjuicios para el medio ambiente.

Para los módulos que estén en buen estado se puede contemplar su aprovechamiento en instalaciones rurales que no precisen de tanta potencia.

Los componentes de la instalación eléctrica del parque serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Para el resto de los elementos susceptibles a ser reciclados como pueden ser estructuras soporte, sistema de vigilancia, control, medida, alumbrado, vallado, etc. se reciclarán, siendo materias primas para la elaboración de nuevos componente y acero, respectivamente.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la extracción de las canalizaciones subterráneas se amontonarán para su posterior uso en el rellenado de las mismas.

El proceso de reciclaje y su posterior uso, puede cambiar en el futuro, debido a los posibles avances tecnológicos.

## 5. PLAN DE DESMANTELAMIENTO

El periodo estimado para el desmantelamiento total de las instalaciones es de 7 semanas como indica el cronograma siguiente:

Tabla 3. Cronograma de desmantelamiento.

MES	1				2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>DESMONTAJE PLANTA FOTOVOLTAICA</b>								
Desmontaje de módulos fotovoltaicos	■	■						
Desmontaje estructuras soporte	■	■						
Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión		■	■	■				
Desmontaje de interior de casetas y retirada de casetas					■			
Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado			■	■				
Demolición de las infraestructuras y cimentaciones					■	■		
Retirada del cerramiento perimetral					■			
Infraestructuras de evacuación (línea de evacuación)					■	■		
Restauración final						■	■	

## 6. PROYECTO DE RESTITUCIÓN DE LOS TERRENOS, ÁREAS DE ACOPIOS TEMPORALES, CAMPA Y ZONA DE OBRAS QUE NO SON UTILIZADAS POR LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

En este sentido, se proponen tres líneas de actuación, cuyo objetivo es la restitución del suelo, la vegetación y el paisaje:

### ➤ ACTUACIONES SOBRE LA VARIABLE SUELO

En cuanto a la restauración del suelo degradado, de las áreas no utilizadas por las instalaciones fotovoltaicas dentro del área de estudio y afectadas por la obra.

### ➤ ACTUACIONES SOBRE LA VARIABLE VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

Se procederá a devolver al suelo su uso inicial, siendo este eminentemente agrícola, con lo que se realizará sobre los caminos nuevos descompactación y aporte de tierra vegetal sobre las áreas.

➤ ACTUACIONES SOBRE LA VARIABLE PAISAJE

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la instalación de la planta fotovoltaica se realizará básicamente mediante:

- **Recuperación de las áreas degradadas** tras la retirada de las instalaciones, estructuras verticales, casetas, centros transformación.
- **Retirada** de las instalaciones y limpieza de **residuos a los vertederos adecuados**.
- Adecuación del terreno a su estado previo a las obras: cultivos agrícolas.

## II. PRESUPUESTO

---

En Albacete, en agosto de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

---

## ÍNDICE

CAPÍTULO 01. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO DE PLANTA FOTOVOLTAICA.....	3
CAPÍTULO 02. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIÓN NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 KV DE EVACUACIÓN.....	4
RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	5

## CAPÍTULO 01. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO DE PLANTA FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	UNIDADES	PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO Y RESTITUCIÓN DEL TERRENO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		<b>CAPÍTULO 01</b>			
01.01	UD	<b>DESMONTAJE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b>	11.100,00	1,20 €	13.320,00 €
		DESMONTADO DE PANELES FOTOVOLTAICOS Y ELEMENTOS DE FIJACIONES, UNIONES ETC. SE INCLUYE LA CARGA Y DESCARGA EN ZONA DE ACOPIO, CON RETIRADA DE ELEMENTOS RECUPERADOS, PARA POSTERIOR TRANSPORTE A PLANTA DE RECICLADO AUTORIZADO.			
01.02	UD	<b>DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS SOPORTE</b>	370,00	12,80 €	4.736,00 €
		DESMONTADO DE ESTRUCTURA METÁLICA SOPORTE DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS Y ACCESORIOS, SIN APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL Y RETIRADA DEL MISMO, INCLUYENDO TRANSPORTE A PLANTA DE RECICLADO DE CHATARRA FÉRREA, SEGÚN LO ESPECIFICADO EN EL PRESENTE ESTUDIO.			
01.03	UD	<b>EXTRACCIÓN DE POSTES HINCADOS</b>	3.700,00	6,01 €	22.245,49 €
		DESMONTADO DE LOS FUSTES HINCADOS DE ACERO GALVANIZADO QUE SIRVEN DE SOPORTE A LA PARRILLA Y ACCESORIOS, SIN APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL. RETIRADA DEL MISMO, INCLUYENDO TRANSPORTE A PLANTA DE RECICLADO DE CHATARRAS FÉRREAS.			
01.04	M	<b>INSTALACIÓN NO ENTERRADA</b>	30.943,10	1,80 €	55.697,58 €
		DESMONTADO DE RED DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA NO ENTERRADA, INSTALADA SOBRE LAS ESTRUCTURAS. RETIRADA DE RESIDUOS Y ACOPIO PARA POSTERIOR TRANSPORTE A GESTOR DE RESIDUOS AUTORIZADO SEGÚN SU NATURALEZA.			
01.05	M	<b>INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA</b>	13.649,35	4,91 €	67.007,39 €
		DESMONTADO DE RED DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ENTERRADA DESDE ESTRUCTURAS HASTA LA SUBESTACIÓN, CON RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS, TUBOS, CAJAS, MECANISMOS, ETC. RETIRADA DE RESIDUOS Y ACOPIO PARA POSTERIOR TRANSPORTE A GESTOR DE RESIDUOS AUTORIZADO SEGÚN SU NATURALEZA. RETIRADA DEL TERRENO NATURAL PARA SU POSTERIOR USO EN EL RELLENO DE LA ZANJA.			
01.06	M	<b>DESINSTALACIÓN DE OTROS SISTEMAS</b>	13,00	38,00 €	494,00 €
		DESMONTAJE DEL SISTEMA DE SEGURIDAD, VIGILANCIA, MEDIDA Y CONTROL DE LA PLANTA SOLAR. RETIRADA, CARGA Y TRASLADO A UN GESTOR AUTORIZADO DE RESIDUOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS PARA SU RECICLADO.			
01.07	UD	<b>DESMANTELAMIENTO DEL CENTRO DE TRANSFORMACION</b>	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
		DESMANTELADO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. ETC. RETIRADA DE TODOS LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS CON RECUPERACIÓN DEL MATERIAL DESMONTADO.			
01.08	UD	<b>DEMOLICIÓN CIMENTACIONES DE LAS ESTACIONES DE POTENCIA</b>	1,00	775,00 €	775,00 €
		ELIMINACIÓN MASIVA DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE MARTILLO NEUMÁTICO HASTA QUE QUEDEN REDUCIDAS A ESCOMBROS.			
01.09	UD	<b>ELIMINACIÓN VIALES INTERNOS</b>	2.219,00	4,90 €	10.873,10 €
		ELIMINACIÓN MASIVA DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN ARMADO MEDIANTE MARTILLO NEUMÁTICO HASTA QUE QUEDEN REDUCIDAS A ESCOMBROS.			

01.10	UD	<b>ELIMINACIÓN DE CERRAMIENTO METÁLICO</b>	1.438,00	2,10 €	3.019,80 €
		DES-MONTADO POR MEDIOS MANUALES DE VALLADO PERIMETRAL DE LA PARCELA COMPUESTO DE MALLA METÁLICA Y MONTANTES RETIRADA DE ELEMENTOS ACOPIANDO PARA SU TRASLADO.			
01.11	UD	<b>ELIMINACIÓN DE MACIZOS DE CIMENTACIÓN</b>	119,83	20,50 €	2.456,58 €
		DESCOMBRADO Y/O PICADO DE ELEMENTOS MACIZOS DE CIMENTACIÓN DE LOS MONTANTES, Y RETIRADA DE ESCOMBROS. INCLUYE REGADO, PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE POLVO, MEDIOS DE SEGURIDAD, DE ELEVACIÓN, CARGA, DESCARGA, LIMPIEZA DEL LUGAR DE TRABAJO, RELLENO DE LOS HUECOS DEL TERRENO Y TRANSPORTE A PLANTA.			
01.12	PA	<b>RECUPERACIÓN DEL SUELO</b>	64,71	2.600,00 €	168.246,00 €
		LABORES DE RECUPERACIÓN Y ADECUACIÓN DEL SUELO: SUBSOLADO, MOVIMIENTOS DE TERRENO, CULTIVOS, ETC.			
<b>TOTAL CAPÍTULO 01</b>					<b>351.370,94 €</b>

## CAPÍTULO 02. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIÓN NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA 20 KV DE EVACUACIÓN

CÓDIGO	UNIDADES	PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO Y RESTITUCIÓN DEL TERRENO (T.M. PADIERNOS)	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		<b>CAPÍTULO 01</b>			
01.05	M	<b>INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA</b>	1.002,75	4,91 €	4.922,70 €
		DES-MONTADO DE RED DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ENTERRADA DESDE CT HASTA LA SUBESTACIÓN, CON RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS. RETIRADA DE RESIDUOS Y ACOPIO PARA POSTERIOR TRANSPORTE A GESTOR DE RESIDUOS AUTORIZADO SEGÚN SU NATURALEZA. RETIRADA DEL TERRENO NATURAL PARA SU POSTERIOR USO EN EL RELLENO DE LA ZANJA.			
<b>TOTAL CAPÍTULO 01</b>					<b>4.922,70 €</b>

CÓDIGO	UNIDADES	PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO Y RESTITUCIÓN DEL TERRENO (T.M. NIHARRA)	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		<b>CAPÍTULO 01</b>			
01.05	M	<b>INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA</b>	887,25	4,91 €	4.355,69 €
		DES-MONTADO DE RED DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ENTERRADA DESDE CT HASTA LA SUBESTACIÓN, CON RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS. RETIRADA DE RESIDUOS Y ACOPIO PARA POSTERIOR TRANSPORTE A GESTOR DE RESIDUOS AUTORIZADO SEGÚN SU NATURALEZA. RETIRADA DEL TERRENO NATURAL PARA SU POSTERIOR USO EN EL RELLENO DE LA ZANJA.			
<b>TOTAL CAPÍTULO 01</b>					<b>4.355,69 €</b>

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DESMANTELAMIENTO		
CAPÍTULO	CONCEPTO	EUROS
1	TOTAL INSTALACIONES EN T.M. PADIERNOS	356.293,65 €
2	TOTAL INSTALACIONES EN T.M. NIHARRA	4.355,69 €
<b>TOTAL PEM</b>		<b>360.649,33 €</b>

El presupuesto para el desmantelamiento de todas las instalaciones asciende a un total de **TRESCIENTOS SESENTA MIL, SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS, CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.**

# DOCUMENTO N° 2.9: FICHAS TÉCNICAS.

---

**2.9.1. FICHA TÉCNICA. MÓDULOS**

**2.9.2. FICHA TÉCNICA. INVERSORES**

## DOCUMENTO 2.9.1: FICHA TÉCNICA. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

---



**BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE**

PRODUCT: TSM-DEG21C.20

POWER RANGE: 645-665W

**665W**

MAXIMUM POWER OUTPUT

**0~+5W**

POSITIVE POWER TOLERANCE

**21.4%**

MAXIMUM EFFICIENCY



**High customer value**

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



**High power up to 665W**

- Up to 21.4% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



**High reliability**

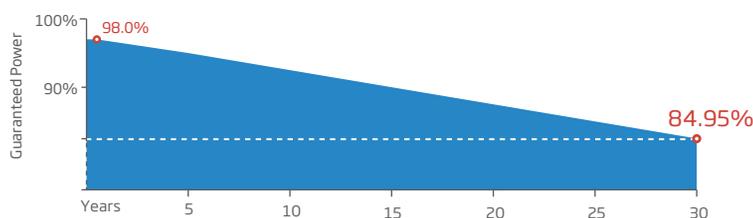
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



**High energy yield**

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

**Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty**



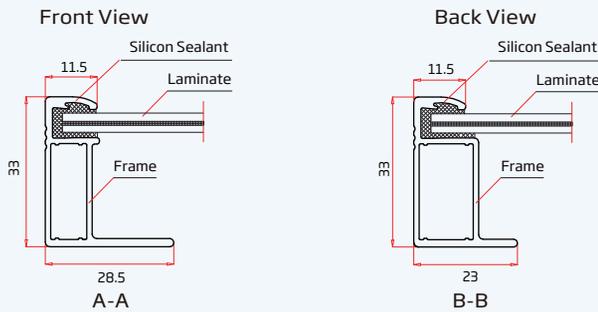
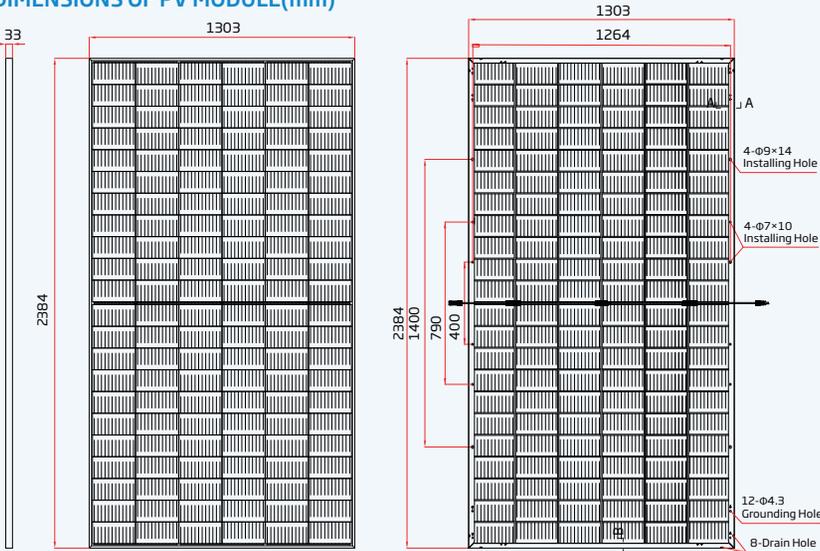
**Comprehensive Products and System Certificates**



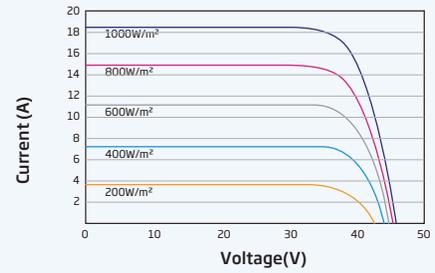
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730  
 ISO 9001: Quality Management System  
 ISO 14001: Environmental Management System  
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



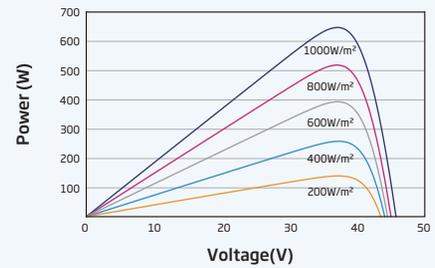
### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



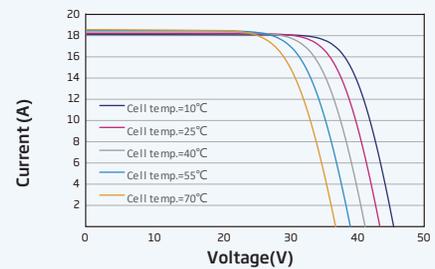
### I-V CURVES OF PV MODULE(650 W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(650W)



### I-V CURVES OF PV MODULE(650 W)



### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts -P <sub>MAX</sub> (Wp)*	645	650	655	660	665
Power Tolerance-P <sub>MAX</sub> (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage -V <sub>MPP</sub> (V)	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current -I <sub>MPP</sub> (A)	17.23	17.27	17.31	17.35	17.39
Open Circuit Voltage -V <sub>OC</sub> (V)	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current -I <sub>SC</sub> (A)	18.31	18.35	18.40	18.45	18.50
Module Efficiency η <sub>m</sub> (%)	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±3%.

### Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power -P <sub>MAX</sub> (Wp)	690	696	701	706	712
Maximum Power Voltage -V <sub>MPP</sub> (V)	37.5	37.7	37.9	38.1	38.3
Maximum Power Current -I <sub>MPP</sub> (A)	18.44	18.48	18.52	18.56	18.60
Open Circuit Voltage -V <sub>OC</sub> (V)	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current -I <sub>SC</sub> (A)	19.59	19.63	19.69	19.74	19.79
Irradiance ratio (rear/front)	10%				

Power Bifaciality: 70±5%.

### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power -P <sub>MAX</sub> (Wp)	488	492	495	499	504
Maximum Power Voltage -V <sub>MPP</sub> (V)	34.9	35.1	35.2	35.4	35.6
Maximum Power Current -I <sub>MPP</sub> (A)	13.98	14.01	14.05	14.10	14.16
Open Circuit Voltage -V <sub>OC</sub> (V)	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current -I <sub>SC</sub> (A)	14.75	14.79	14.83	14.87	14.91

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02 / TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

### TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P <sub>MAX</sub>	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V <sub>OC</sub>	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I <sub>SC</sub>	0.04%/°C

### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

### WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty  
30 year Power Warranty  
2% first year degradation  
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

### PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 33 pieces  
Modules per 40' container: 594 pieces

## DOCUMENTO 2.9.2: FICHA TÉCNICA. INVERSORES

---

# SG350HX

Inversor String Multi MPPT para sistemas de 1500 Vdc



## ALTO RENDIMIENTO

- Hasta 16 MPPTs con una eficiencia máxima del 99%
- 20 A por string, compatible con módulos +500Wp
- Intercambio de datos con el tracker para mejorar el rendimiento

## BAJO COSTE

- Función Q a la noche, ahorra en inversión
- Comunicación PLC
- Escaneo y diagnóstico de curva IV, O&M activo

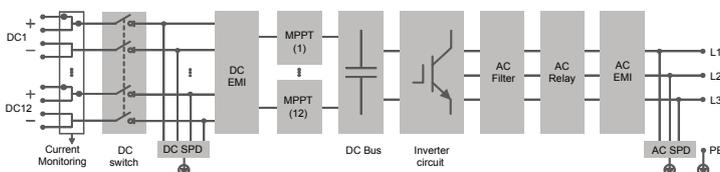
## SEGURIDAD COMPROBADA

- 2 strings por MPPT, sin riesgo de conexión inversa
- Monitorización AC y DC en tiempo real
- Interruptor DC integrado, corta automáticamente el fallo

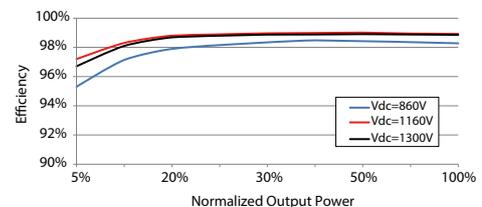
## SOPORTE DE RED

- $SCR \geq 1.16$  funcionamiento estable en redes extremadamente débiles
- Tiempo de respuesta de la potencia reactiva  $< 30ms$
- Cumple con la seguridad global y el código de red

## DIAGRAMA DEL CIRCUITO



## CURVA DE EFICIENCIA



Denominación	SG350HX
<b>Entrada (DC)</b>	
Tensión máxima de entrada FV	1500 V
Tensión mínima / Tensión de arranque	500 V / 550 V
Tensión de entrada nominal	1080 V
Rango de tensión MPP	500 V – 1500 V
No. de entradas MPP independientes	12 (opcional: 14/16)
No. máximo de conectores de entrada por MPPT	2
Corriente máxima de entrada FV	12 * 40 A (Opcional: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Corriente máxima de cortocircuito de DC por MPPT	60 A
<b>Salida (AC)</b>	
Potencia de salida de AC	352 kVA @ 30°C / 320 kVA @40 °C / 295 kVA @50°C
Corriente máxima de salida de AC	254 A
Tensión nominal de AC	3 / PE, 800 V
Rango de tensión de AC	640 – 920V
Frecuencia nominal de red / Rango de frecuencia de red	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (potencia nominal)
Inyección de corriente DC	< 0.5 % In
FP a potencia nominal / FP ajustable	> 0.99 / 0.8 inductivo – 0.8 capacitivo
Fases de inyección / Fases de conexión	3 / 3
<b>Eficiencia</b>	
Eficiencia máx / Eficiencia Europea / Eficiencia CEC	99.02 % / 98.8 % / 98.5%
<b>Protección</b>	
Protección de conexión DC inversa	Sí
Protección de cortocircuito de AC	Sí
Protección contra corriente de fuga	Sí
Monitorización de red	Sí
Monitorización de fallo a tierra	Sí
Interruptor DC/AC	Sí / No
Monitorización de corrientes string FV	Sí
Función Q en noche	Sí
Anti-PID y Función de recuperación PID	Opcional
Protección contra sobretensión	DC Tipo II / AC Tipo II
<b>Datos Generales</b>	
Dimensiones (W*H*D)	1136 * 870 * 361 mm (44.7" * 34.3" * 14.2")
Peso	≤116 kg (≤255.7 lbs)
Método de aislamiento	Sin transformador
Grado de protección de entrada	IP66 (NEMA 4X)
Consumo nocturno	< 6 W
Rango de temperatura ambiente de funcionamiento	-30 to 60°C (-22 to 140 °F)
Humedad relativa aceptable (sin condensación)	0 – 100 %
Método de refrigeración	Refrigeración forzada inteligente
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m (> 3000 m derating) / 13123 ft (> 9843 ft derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicación	RS485 / PLC
Tipo de conexión DC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , optional 10mm <sup>2</sup> / Max. 10AWG, optional 8AWG )
Tipo de conexión AC	Support OT/DT terminal (Max. 400 mm <sup>2</sup> / 789 Kcmil)
Certificación	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEEE1547, IEEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B
Soporte de red	Función Q en noche, LVVRT, HVVRT, control de potencia activa y reactiva, control de rampa de potencia, control Q-U y control, P-f

# DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

### III.1 PRESUPUESTO PLANTA FOTOVOLTAICA

<b>CAPÍTULO 01. INSTALACIONES</b> .....	<b>5</b>
SUBCAPÍTULO 01.01: SUMINISTROS EQUIPOS PRINCIPALES .....	5
SUBCAPÍTULO 01.02: SUMINISTRO CABLEADO .....	6
SUBCAPÍTULO 01.03: MAO DE OBRA. INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	8
SUBCAPÍTULO 01.04: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	9
SUBCAPÍTULO 01.05: INSTALACIONES DE SEGURIDAD .....	10
SUBCAPÍTULO 01.06: MONITORIZACIÓN .....	11
RESUMEN CAPÍTULO 01: INSTALACIONES .....	11
<b>CAPÍTULO 02. OBRA CIVIL</b> .....	<b>12</b>
SUBCAPÍTULO 02.01: TRABAJOS PREVIOS .....	12
SUBCAPÍTULO 02.02: ZANJAS Y ARQUETAS .....	13
RESUMEN CAPÍTULO 02: OBRA CIVIL Y MANO DE OBRA .....	14
<b>CAPÍTULO 03. MONTAJE MECÁNICO</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 04. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 05. SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 06. PLANES DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y CONTRAINCENDIOS</b> .....	<b>15</b>
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> .....	<b>16</b>

### III.2 PRESUPUESTO LÍNEA EVACUACIÓN

<b>III.2.1 PRESUPUESTO T.M. PADIERNOS</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 01. INSTALACIONES</b> .....	<b>18</b>
SUBCAPÍTULO 01.01: SUMINISTRO CABLEADO .....	18
SUBCAPÍTULO 01.02: MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	18
RESUMEN CAPÍTULO 01: MAQUINARIA Y EQUIPOS .....	19
<b>CAPÍTULO 02. OBRA CIVIL</b> .....	<b>19</b>
SUBCAPÍTULO 02.01: ZANJAS Y ARQUETAS .....	19
<b>CAPÍTULO 03. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 04. SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 05. PLANES DE GESTIÓN Y CONTRAINCENDIOS</b> .....	<b>20</b>
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> .....	<b>21</b>

---

<b>III.2.2 PRESUPUESTO T.M. NIHARRA .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 01. INSTALACIONES .....</b>	<b>22</b>
SUBCAPÍTULO 01.01: SUMINISTRO CABLEADO .....	22
SUBCAPÍTULO 01.02: MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....	22
RESUMEN CAPÍTULO 01: MAQUINARIA Y EQUIPOS .....	22
<b>CAPÍTULO 02. OBRA CIVIL .....</b>	<b>23</b>
SUBCAPÍTULO 02.01: ZANJAS Y ARQUETAS .....	23
<b>CAPÍTULO 03. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 04. SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 05. PLANES DE GESTIÓN Y CONTRAINCENDIOS .....</b>	<b>24</b>
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>	<b>25</b>
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL .....</b>	<b>27</b>

## III.1 PRESUPUESTO PLANTA FOTOVOLTAICA

---

## CAPÍTULO 01. INSTALACIONES

### SUBCAPÍTULO 01.01: SUMINISTROS EQUIPOS PRINCIPALES

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		<b>CAPÍTULO 01 INSTALACIONES</b>			
01.01		<b>SUBCAPÍTULO 01.01 SUMINISTRO EQUIPOS PRINCIPALES</b>			
01.01.01	UD	<b>PANEL SOLAR FOTOV. TSM-DEG21C.20-650M</b>	11.100,00	114,66 €	1.272.726,00 €
		SUMINISTRO DE MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO MONO-CRISTALINO DE 650 WP, TRINA SOLAR, TSM-DEG21C.20-650M O SIMILAR, PARA INSTALAR EN TRACKER.			
01.01.02	UD	<b>INVERSOR SUNGROW SG250HX - 250KW</b>	18,00	10.000,00 €	180.000,00 €
		INVERSOR FOTOVOLTAICO SUNGROW SG250HX. INCLUIDO SUMINISTRO Y MONTAJE. EN PERFECTO ESTADO DE FUNCIONAMIENTO			
01.01.03	UD	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DOS TRAFOS DE 3.300 KVA</b>	1,00	260.000,00 €	260.000,00 €
		<p>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 8500x2520x3200. DOS TRAFOS DE 3.300 KVA. EDIFICIO PREFABRICADO DE HORMIGÓN MONOBLOQUE. Aparamenta interior de centro de transformación particular:</p> <p>1) 1 x Celda modular de línea Ormazabal CGMcosmos-L o similar con aislamiento y corte en SF6. Vn=36kV In=630A / Icc=25kA. Totalmente colocada y acabada. Totalmente instalada y en perfecto estado de funcionamiento. Acorde a características en memoria y planos adjuntados.</p> <p>2) 2 x Celda modular de protección Ormazabal. CGMcosmos-V o similar de interruptor automático con aislamiento en SF6 y corte en vacío. Vn=36kV In=630 A / Icc=25 kA. Totalmente colocada y acabada. Totalmente instalada y en perfecto estado de funcionamiento. Acorde a características en memoria y planos adjuntados.</p> <p>3) Dos transformadores trifásico elevador tipo en aceite de origen vegetal, exterior. Potencia nominal: 3.300kVA, según configuración. Relación: 0,800/30kV. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Incluye equipo de sondas y termómetro. Incluso montaje y conexión.</p> <p>4) 1 x Celda modular de protección Ormazabal. CGMcosmos-A o similar con Fusible e con interruptor-seccionador con seccionamiento de puesta a tierra, con aislamiento en SF6 y corte en vacío. Vn=24kV In=400 A / Icc=25 kA. Totalmente colocada y acabada. Totalmente instalada y en perfecto estado de funcionamiento. Acorde a características en memoria y planos adjuntados.</p> <p>5) Transformador trifásico seco. Potencia nominal: 50kVA. Relación: 800/400V. Grupo conexión: Dyn11. Incluso montaje y conexión.</p> <p>6) SAI 5 kVA, incl. tarjeta comunicación.</p> <p>7) 2 x Cuadros de baja tensión de 12 salidas. 12 x Fusibles 200 A. Interruptor de Corte en Carga 3P 2.500 A, 800 V. Totalmente colocado y acabado. Totalmente instalado y en perfecto estado de funcionamiento. Acorde a características en memoria y planos adjuntados.</p> <p>8) Toma de tierras interiores y exteriores completas. Incluso material y montaje.</p> <p>9) Puntos de luz, puntos de luz de emergencias; equipos de seguridad: banquetta aislante para maniobrar aparamenta, placas reglamentarias PELIGRO DE MUERTE, placas reglamentarias PRIMEROS AUXILIOS, caja-guantes, carteles normalizados y enclavamientos. Totalmente instalados. Acorde a memoria y planos adjuntados.</p>			

01.01.04	UD	<b>CENTRO DE COMUNICACIONES</b>	1,00	3.500,00 €	3.500,00 €
		CENTRO DE COMUNICACIONES. TOTALMENTE EJECUTADO, INSTALADO Y EN PERFECTAS CONDICIONES. INCLUYE ZONA DE VIGILANCIA DE LA PLANTA, ZONA DE COMUNICACIONES.			
01.01.05	UD	<b>POWER PLANT CONTROLLER (PPC)</b>	1,00	20.000,00 €	20.000,00 €
		POWER PLANT CONTROLLER SUMINISTRADO POR EL FABRICANTE DE LOS INVERSORES PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA, ASÍ COMO FACTOR DE POTENCIA, ETC.			
01.01.06	UD	<b>SEGUIDOR A UN EJE HORIZONTAL 60 MÓDULOS EN 1V</b>	370,00	1.380,00 €	510.600,00 €
		SUMINISTRO DE ESTRUCTURA SEGUIDORA A UN EJE HORIZONTAL DEL FABRICANTE SCHLETTER O SIMILAR, PARA SOPORTAR PANELES FOTOVOLTAICOS, FABRICADA EN ACERO GALVANIZADO. PERFILES Y TORNILLERÍA DE FIJACIÓN INCLUIDOS.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 SUMINISTRO EQUIPOS PRINCIPALES</b>					<b>2.246.826,00 €</b>

### SUBCAPÍTULO 01.02: SUMINISTRO CABLEADO

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02		<b>SUBCAPÍTULO 01.02 SUMINISTRO CABLEADO</b>			
01.02.01	M	<b>CABLE SOLAR CC - PV1500DC - F CU (1X10) MM2</b>	76.725,70	0,90 €	69.053,13 €
		SUMINISTRO DE CABLE CC PV1500DC - F CU, 1X10 MM2, CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, AISLAMIENTO HEPR/EM8 RESISTENTE A LA ABRASIÓN, RANGO DE TRABAJO DESDE - 40 A 120 º, TEMPERATURA DE CORTOCIRCUITO 200 ºC, 30 AÑOS DE DURABILIDAD A LA TEMPERATURA DE SERVICIO DE 90 º, PARA LA CONEXIÓN DE LOS STRINGS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A LAS CAJAS DE CC.			
01.02.02	M	<b>CABLE AC XZ1 (S) 0,6/1 KV AL (1X300) MM2</b>	38.936,70	6,01 €	234.009,57 €
		SUMINISTRO DE CABLE DE CA, XZ1 (S) 0,6/1 KV AL, 1X300 MM2 CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, AISLAMIENTO XLPE/PVC RESISTENTE A LA ABRASIÓN, RANGO DE TRABAJO DESDE - 40 A 120 º, TEMPERATURA DE CORTOCIRCUITO 200 º, 30 AÑOS DE DURABILIDAD A LA TEMPERATURA DE SERVICIO DE 90 º, PARA LA CONEXIÓN DE LOS INVERSORES CON CUADRO BT.			
01.02.03	M	<b>CABLE AC RZ1 (S) 0,6/1 KV CU (1X240) MM2</b>	882,00	21,87 €	19.289,34 €
		SUMINISTRO DE CABLE DE CA, RZ1 (S) 0,6/1 KV AL, 1X240 MM2 CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, PARA LA CONEXIÓN DEL CUADRO BT CON TRAF0.			
01.02.04	M	<b>CABLE AC RHZ1 (AS) 18/30 KV AL (1X240) MM2</b>	69,00	21,87 €	1.509,03 €
		SUMINISTRO DE CABLE DE CA, RHZ1 (S) 18/30 KV AL, 1X240 MM2 CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, PARA LA CONEXIÓN DE TRAF0 CON CELDA.			
01.02.06	M	<b>CABLEADO PERIMETRAL SS.AA.</b>	4.999,05	3,10 €	15.497,06 €
		CABLE SERVICIOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL. SUMINISTRO DE CABLE DE 1X16 MM2 CU, 0,6 / 1 KV PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES PERIMETRALES: CÁMARAS ESTABLECIDAS SOBRE EL VALLADO PERIMETRAL. SE INCLUYEN LOS TERMINALES DE CONEXIÓN NECESARIOS.			
01.02.07	M	<b>CABLE PUESTA A TIERRA - H07V-K 1x25 mm2</b>	300,67	1,10 €	330,73 €
		CABLE PUESTA A TIERRA -. MONTAJE DE CABLE H07V-K 1x25 mm2 PARA EQUIPOTENCIALIDAD DE TODAS LAS PARTES METÁLICAS. EL CABLE SE UTILIZARÁ PARA CONECTAR ELÉCTRICAMENTE TODAS LAS ESTRUCTURAS Y LA BANDEJA			

		ELÉCTRICA.			
01.02.08	M	<b>CABLE PUESTA A TIERRA - 50 MM2</b>	1.921,05	2,35 €	4.514,47 €
		CABLE PUESTA A TIERRA - 50 MM2 SUMINISTRO DE CABLE DE CU DE 50 MM2 PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.			
01.02.09	UD	<b>PICAS DE PUESTA A TIERRA</b>	36,00	13,37 €	481,32 €
		PICAS DE PUESTA A TIERRA. SUMINISTRO DE PICAS DE PUESTA A TIERRA DE 2 M DE COBRE PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.			
01.02.10	M	<b>CABLE COAXIAL 75 OHM</b>	1.666,35	1,75 €	2.916,11 €
		TENDIDO CABLE COAXIAL 75 OHM INSTALACIÓN DE CABLE COAXIAL PARA TRANSMISIÓN DE VÍDEO DE LAS CÁMARAS DE SEGURIDAD			
01.02.11	M	<b>FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN</b>	2.070,00	1,30 €	2.691,00 €
		FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN. SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 62,5 / 125 UM CON 24 FIBRAS PARA SISTEMA DE MONITOREO. EL SUMINISTRO DEBE INCLUIR LOS TERMINALES Y MATERIAL NECESARIO PARA SU CONEXIONADO.			
01.02.12	M	<b>CABLE ETHERNET</b>	13.678,90	1,50 €	20.518,35 €
		CABLE ETHERNET. SUMINISTRO DE CABLE ETHERNET CLASE 5E UTP O SUPERIOR PARA CONECTAR LOS INVERSORES EN EL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN. EL SUMINISTRO DEBE INCLUIR LOS TERMINALES Y MATERIAL NECESARIO PARA SU CONEXIONADO.			
01.02.13	UD	<b>CONECTORES MC4</b>	740,00	2,50 €	1.850,00 €
		PAREJA DE CONECTORES MC4. SUMINISTRO DE CONECTOR MULTICONTACT MACHO Y HEMBRA PARA LA CONEXIÓN DE LOS STRINGS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 SUMINISTRO CABLEADO</b>					<b>372.660,11 €</b>

**SUBCAPÍTULO 01.03: MAO DE OBRA. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.03</b>		<b>SUBCAPÍTULO 01.03 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
01.03.01	UD	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	1,00	3.400,00 €	3.400,00 €
		INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA ESTACIÓN DE POTENCIA EN UNA BASE DE HORMIGÓN EXISTENTE Y REALIZACIÓN DEL CABLEADO EXTERNO.			
01.03.02	UD	<b>CABLE SOLAR CC - PV1500DC - F CU 1X (1X10) MM2</b>	76.725,70	1,69 €	129.666,43 €
		INSTALACIÓN DE CABLE CC PV1500DC - F CU, 1X10 MM2, CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, AISLAMIENTO HEPR/EM8 RESISTENTE A LA ABRASIÓN, RANGO DE TRABAJO DESDE - 40 A 120 º, TEMPERATURA DE CORTOCIRCUITO 200 ºC, 30 AÑOS DE DURABILIDAD A LA TEMPERATURA DE SERVICIO DE 90 º, PARA LA CONEXIÓN DE LOS STRINGS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA A LOS INVERSORES.			
01.03.03	UD	<b>ARQUETA DC</b>	83,00	48,39 €	4.016,37 €
		ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, CON TAPA DE SEGURIDAD INCLUIDOS, PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.			
01.03.04	M	<b>CABLE AC 0,6/1 KV XZ1 (S) AL 1X (1X240) MM2</b>	38.936,70	6,35 €	247.248,05 €
		INSTALACIÓN DE CABLE DE AC, XZ1(S) 0,6/1 KV AL, 1X240 MM2 CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, AISLAMIENTO XLPE/PVC RESISTENTE A LA ABRASIÓN, RANGO DE TRABAJO DESDE - 40 A 120 º, TEMPERATURA DE CORTOCIRCUITO 200 º, 30 AÑOS DE DURABILIDAD A LA TEMPERATURA DE SERVICIO DE 90 º, PARA LA CONEXIÓN DE INVERSORES CON CUADRO BT, DIRECTAMENTE ENTERRADO EN ZANJA.			
01.03.05	M	<b>CABLE AC RZ1 (S) 0,6/1 KV CU (1X240) MM2</b>	882,00	1,61 €	1.420,02 €
		SUMINISTRO DE CABLE DE CA, RZ1 (S) 0,6/1 KV AL, 1X240 MM2 CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, PARA LA CONEXIÓN DEL CUADRO BT CON TRAFÓ.			
01.03.06	M	<b>CABLE AC RHZ1 (AS) 18/30 KV AL (1X240) MM2</b>	69,00	1,56 €	107,64 €
		SUMINISTRO DE CABLE DE CA, RHZ1 (S) 18/30 KV AL, 1X240 MM2 CERO HALÓGENOS, RETARDANTE DE LLAMA, RETARDANTE DE FUEGO, HUMO DE BAJA TOXICIDAD, PARA LA CONEXIÓN DE TRAFÓ CON CELDA.			
01.03.07	UD	<b>CONECTORES MC4</b>	740,00	2,00 €	1.480,00 €
		PAREJA DE CONECTORES MC4. INSTALACIÓN DE CONECTOR MULTICONTACT MACHO Y HEMBRA PARA LA CONEXIÓN DE LOS STRINGS DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.			
01.03.08	M	<b>CABLE PUESTA A TIERRA - H07V-K 1x25 mm2</b>	300,67	6,50 €	1.954,33 €
		CABLE PUESTA A TIERRA -. INSTALACIÓN DE CABLE H07V-K 1x25 mm2 PARA EQUIPOTENCIALIDAD DE TODAS LAS PARTES METÁLICAS. EL CABLE SE UTILIZARÁ PARA CONECTAR ELÉCTRICAMENTE TODAS LAS ESTRUCTURAS Y LA BANDEJA ELÉCTRICA.			
01.03.09	M	<b>CABLE PUESTA A TIERRA - 50 MM2</b>	1.921,05	1,30 €	2.497,37 €
		CABLE PUESTA A TIERRA - 50 MM2. INSTALACIÓN DE CABLE DE CU DE 50 MM2 PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA. EL CABLE SE COLOCARÁ DIRECTAMENTE ENTERRADO EN ZANJAS BT, INCLUYE LAS CONEXIONES CON LAS PARTES METÁLICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN			

01.03.10	UD	<b>PICAS DE PUESTA A TIERRA</b>	36,00	11,00 €	396,00 €
		PICAS DE PUESTA A TIERRA INSTALACIÓN DE PICAS DE PUESTA A TIERRA DE 2 M DE COBRE PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.			
01.03.11	M	<b>CABLEADO PERIMETRAL SS.AA.</b>	4.999,05	6,01 €	30.044,29 €
		CABLE SERVICIOS AUXILIARES - SEGURIDAD PERIMETRAL. INSTALACIÓN DE CABLE DE 3X6 MM2 CU, RVMV-K 3G6 0,6/1KV ANTIRROEDORES PARA LOS SERVICIOS AUXILIARES PERIMETRALES: CÁMARAS ESTABLECIDAS SOBRE EL VALLADO PERIMETRAL. ENTERRADO BAJO TUBO EN ZANJA.			
01.03.12	UD	<b>ARQUETA SEGURIDAD</b>	25,00	15,94 €	398,50 €
		ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, DE MEDIDAS INTERIORES 40X40X60 CM CON TAPA DE SEGURIDAD INCLUIDOS, PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.			
01.03.13	M	<b>CABLE COAXIAL 75 OHM</b>	1.666,35	1,40 €	2.332,89 €
		TENDIDO CABLE COAXIAL 75 OHM INSTALACIÓN DE CABLE COAXIAL PARA TRANSMISIÓN DE VÍDEO DE LAS CÁMARAS DE SEGURIDAD			
01.03.14	M	<b>FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN</b>	2.070,00	1,40 €	2.898,00 €
		CABLE 6FO MONOMODO 9/125 OS2 EXT ANTIRROEDORES. METÁLICA PEHD Fca. PARA SISTEMA DE SEGURIDAD. ENTERRADO BAJO TUBO EN ZANJA. INCLUYE LOS CONECTORES Y FUSIONES NECESARIAS.			
01.03.15	M	<b>CABLE ETHERNET</b>	13.678,90	1,00 €	13.678,90 €
		CABLE ETHERNET. INSTALACIÓN DE CABLE ETHERNET CLASE 5E UTP O SUPERIOR PARA CONECTAR LOS INVERSORES EN EL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN. Y CONESIÓN DE NCU PARA LOS TCU DE LOS TRACKER EL SUMINISTRO DEBE INCLUIR LOS TERMINALES Y MATERIAL NECESARIO PARA SU CONEXIONADO.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>					<b>441.538,79 €</b>

#### SUBCAPÍTULO 01.04: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.04</b>		<b>SUBCAPÍTULO 01.04 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>			
01.04.01	UD	<b>EXTINTOR MANUAL CO2</b>	1,00	42,00 €	42,00 €
		EXTINTOR MANUAL DE CO2 DE 2 KG, COLOCADO SOBRE SOPORTE FIJACIÓN A PARAMENTO VERTICAL, INCLUSO P.P. DE PEQUEÑO MATERIAL.			
01.04.02	UD	<b>EXTINTOR MANUAL POLVO SECO ABC</b>	1,00	92,50 €	92,50 €
		EXTINTOR MANUAL DE A.F.P.G. DE POLVO SECO POLIVALENTE A.B.C. DE 6 KG COLOCADO SOBRE SOPORTE FIJACIÓN APARAMENTO VERTICAL, INCLUSO P.P. DE PEQUEÑO MATERIAL.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>					<b>134,50 €</b>

**SUBCAPÍTULO 01.05: INSTALACIONES DE SEGURIDAD**

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05		<b>SUBCAPÍTULO 01.05 INSTALACIONES DE SEGURIDAD</b>			
01.05.01	UD	<b>EQUIPOS DE CONTROL Y SEGURIDAD</b>	1,00	23.815,04 €	23.815,04 €
		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL DE ALARMA DE INTRUSIÓN PARA SER INSTALADO EN LA SALA DE CONTROL DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. CUADRO DE CONTROL CON LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL SISTEMA DE VIGILANCIA Y TELECOMUNICACIONES			
01.05.02	UD	<b>BÁCULO COLUMNA 4 M. SOPORTE CÁMARAS Y BARRERAS A.I.</b>	6,00	286,34 €	1.718,04 €
		BÁCULO DE 4 M TIPO COLUMNA, REALIZADO EN ACERO GALVANIZADO PARA SOPORTE DE CÁMARAS, PARA SEGURIDAD EXTERIOR DE LA PARCELA. INCLUSO ZAPATA SOPORTE, SEGÚN PLANOS, Y CONEXIONADO A TIERRA			
01.05.03	UD	<b>CÁMARA MONITORIZADA 2.8-12 MM ESTANDAR</b>	3,00	134,05 €	402,15 €
		Cámara IP 4 Mpx, Gama Easy, 1/3", Lente Motorizada 2.8-12 mm AF, 0.003 Lux, WDR 120 dB, IR 50 m O SIMILAR DETECCION ANTI INTRUSISMO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO INCLUIDOS.			
01.05.04	UD	<b>CÁMARA TÉRMICA 35 mm</b>	2,00	1.650,00 €	3.300,00 €
		Cámara Térmica Dual IP - Sensor térmico 384x288 Vox - Lente 35 mm - caja conexión incluida O SIMILAR DETECCION ANTI INTRUSISMO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO INCLUIDOS.			
01.05.05	UD	<b>CÁMARA TÉRMICA 25 mm</b>	3,00	1.462,50 €	4.387,50 €
		Cámara Térmica Dual IP - Sensor térmico 384x288 Vox - Lente 25 mm - caja conexión incluida O SIMILAR DETECCION ANTI INTRUSISMO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO INCLUIDOS.			
01.05.06	UD	<b>CÁMARA TÉRMICA 17 mm</b>	1,00	1.387,50 €	1.387,50 €
		Cámara Térmica Dual IP - Sensor térmico 384x288 Vox - Lente 17 mm - caja conexión incluida O SIMILAR DETECCION ANTI INTRUSISMO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO INCLUIDOS.			
01.05.07	UD	<b>CÁMARA TÉRMICA 10 mm</b>	3,00	1.472,00 €	4.416,00 €
		Cámara Térmica Dual IP - Sensor térmico 384x288 Vox - Lente 10 mm - caja conexión incluida O SIMILAR DETECCION ANTI INTRUSISMO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO INCLUIDOS.			
01.05.08	UD	<b>FOCO DE ILUMINACIÓN INFRARROJA 100 M</b>	3,00	88,50 €	265,50 €
		Foto de iluminación infrarroja - Rango de alcance 100. Apertura 30º 12 V O SIMILAR DETECCION ANTI INTRUSISMO, INSTALACIÓN Y CONEXIONADO INCLUIDOS.			
01.05.09	UD	<b>LUMINARIA TIPO PROYECTOR PARA ALUMBRADO EN CENTRO DE SEGURIDAD</b>	4,00	119,42 €	477,68 €
		LUMINARIA TIPO PROYECTOR LED DE 100 W DE POTENCIA PARA ALUMBRADO DE TRABAJOS NOCTURNOS EN EL CENTRO DE CONTROL			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 INSTALACIONES DE SEGURIDAD</b>					<b>40.169,41 €</b>

### SUBCAPÍTULO 01.06: MONITORIZACIÓN

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06		<b>SUBCAPÍTULO 01.06 MONITORIZACIÓN</b>			
01.06.01	UD	<b>UNIDADES TERMINALES REMOTAS (RTU)</b>	2,00	500,00 €	1.000,00 €
		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIDADES TERMINALES REMOTAS (RTU) INSTALADA EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, CAPACES DE COMUNICARSE CON LOS INVERSORES A TRAVÉS DE RS-485 Y A AUXILIARES PARA SU MONTAJE Y CORRECTO FUNCIONAMIENTO.			
01.06.02	UD	<b>ESTACIÓN METEOROLÓGICA</b>	1,00	2.378,64 €	2.378,64 €
		ESTACIÓN METEOROLÓGICA COMPUESTA POR TODOS LOS SENSORES NECESARIOS (DE RADIACIÓN, TEMPERATURA, VIENTO, ETC.) TOTALMENTE INSTALADA Y CONECTADA			
01.06.03	UD	<b>MONITOREO SCADA</b>	1,00	18.500,00 €	18.500,00 €
		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN ORDENADOR PC PARA SER INSTALADO EN LA SALA DE CONTROL. ESTARÁ EQUIPADO CON UN MONITOR LCD DE 19 PULGADAS Y EL SOFTWARE REQUERIDO POR EL CLIENTE.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 MONITORIZACIÓN</b>					<b>21.878,64 €</b>

### RESUMEN CAPÍTULO 01: INSTALACIONES

RESUMEN	
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 SUMINISTRO EQUIPOS PRINCIPALES	2.246.826,00 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 SUMINISTRO CABLEADO	372.660,11 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	441.538,79 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	134,50 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 INSTALACIONES DE SEGURIDAD	40.169,41 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 MONITORIZACIÓN	21.878,64 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES</b>	<b>3.123.207,44 €</b>

## CAPÍTULO 02. OBRA CIVIL

### SUBCAPÍTULO 02.01: TRABAJOS PREVIOS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2		<b>CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL</b>			
02.01		<b>SUBCAPÍTULO 02.01 TRABAJOS PREVIOS</b>			
02.01.01	M2	<b>DESPEJE Y DESBROCE</b> RETIRADA DE MASA DE ROCA SITUADAS EN LA ZONA (EN CASO EXISTENTE); ELIMINACIÓN DE CUALQUIER ÁRBOL U OBJETO NO DESEADO; CORTAR, RETIRAR Y DISPONER DE MATORRALES Y ARBUSTOS SITUADOS EN LA ZONA; COMPACTACIÓN DEL SUELO EN ZONA ÚTIL O APROVECHABLE.	647.100,00	0,90 €	582.390,00 €
02.01.02	M	<b>VIALES INTERNOS</b> CONSTRUCCIÓN DE UN VIAL DE 4 M DE ANCHO CON CAPA DE GRAVA 15 CM + SUB-BASE DE 25 CM DE ESPESOR CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN O DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO, INCLUYENDO EXCAVACIÓN, SELECCIÓN BÁSICA, TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y RIEGO. COMPACTADO AL 97% DE LA DENSIDAD MÁXIMA AASHTO.	2.219,00	14,25 €	31.620,75 €
02.01.03	M	<b>VALLADO</b> EL VALLADO PERIMETRAL SE REALIZARÁ SIEMPRE RESPETANDO LOS CONDICIONANTES AMBIENTALES, COMO: TIPO CINEGÉTICO; ALTURA MÁXIMA DESDE EL SUELO: 1,5 M; SEPARACIÓN MÍNIMA DE LOS HILOS HORIZONTALES: 20 CM; EL HILO INFERIOR ESTARÁ A UNA SEPARACIÓN MÍNIMA DEL SUELO DE 20 CM; SEPARACIÓN MÍNIMA DE LOS HILOS VERTICALES: 30 CM; SIN SOLAPAMIENTO SOBRE EL TERRENO, SIN ANCLAJE AL SUELO NI CABLE TENSOR INFERIOR; SIN VOLADIZO O VISERA SUPERIOR; SIN ALAMBRE DE ESPINO O ELEMENTOS CORTANTES O PUNZANTES NI REBABAS.	1.438,00	8,47 €	12.179,86 €
02.01.04		<b>PUERTA 2X2M</b> PUERTA DE DOS HOJAS DE 2X2 M c/u, DE ACERO GALVANIZADO, CON BASTIDOR DE TUBO DE 80X50 MM Y MALLA ELECTROSOLDADA DE 200X50 MM Y D 6 MM, ZÓCALO DE PLANCHA DE 1,5 MM, MONTANTES DE 100X100 MM, PASADOR, CERRADURA Y POMO	1,00	650,00 €	650,00 €
02.01.05	UD	<b>EXCAVACIÓN Y ACERA HORMIGONADA 1M ANCHO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b> EXCAVACIÓN PARA EDIFICIO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ACERA PERIMETRAL DE CIMENTACIÓN DE 1 METRO DE ANCHO. INCLUYENDO REFUERZO METÁLICO DE DOBLE REJILLA DE 20X20 CM MM Ø8. EL SUMINISTRO INCLUYE FOSO DE RECOGIDA DE ACEITE Y CUBETA DE DERRAME.	1,00	250,00 €	250,00 €
02.01.06	UD	<b>CIMENTACIÓN BÁCULO PARA CÁMARAS</b> SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ZAPATAS DE HORMIGÓN PARA SOPORTE DE POSTES PARA LAS CÁMARAS DE SEGURIDAD: DADO DE HORMIGÓN QUE CUMPLA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS: - TIPO DE HORMIGÓN: HA-25/P/40/LB - DIMENSIONES: 400MM X 400MM X 600MM PROFUNDIDAD. LAS DIMENSIONES SE COMPROBARÁN EN UN PROYECTO ESPECÍFICO.	13,00	60,00 €	780,00 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 TRABAJOS PREVIOS</b>					<b>627.870,61 €</b>

## SUBCAPÍTULO 02.02: ZANJAS Y ARQUETAS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.02		<b>SUBCAPÍTULO 02.02 ZANJAS Y ARQUETAS</b>			
02.02.01	M	<b>ZANJA ANCHO 30 CM DISTRIBUCIÓN CABLEADO PERIMETRAL</b> ZANJA PARA DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO, DE DIMENSIONES 30 CM DE ANCHO POR 60 CM DE ALTO, PARA DISPOSICIÓN DE TUBOS DE ALUMBRADO Y ALIMENTACIÓN DE FUENTES DE ALIMENTACIÓN, ASÍ COMO DEL CIRCUITO DE CCTV. INCLUSO 2 TUBOS DE Ø90 MM. INCLUSO HORMIGÓN DE LIMPIEZA, ARENA DE RELLENO, TIERRA APISONADA Y COMPACTADA, BANDAS DE SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA, SEGÚN PLANOS ADJUNTOS. TOTALMENTE INSTALADA Y EJECUTADA INCLUYENDO TUBOS.	1.438,00	14,00 €	20.132,00 €
02.02.02	M	<b>ZANJA DC</b> ZANJA PARA DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO, DE DIMENSIONES 60 CM DE ANCHO POR 90 CM DE ALTO, PARA DISPOSICIÓN DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y RELLENO DE ARENA, CINTA DE SEÑALIZACIÓN, ETC.	5.699,40	6,32 €	36.020,21 €
02.02.03	M	<b>ARQUETA DC</b> ZANAJA PARA ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, CON TAPA DE SEGURIDAD INCLUIDOS, PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.	83,00	48,39 €	4.016,37 €
02.02.04		<b>ZANAJA AC</b> ZANJA PARA DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO, DE DIMENSIONES 60 CM DE ANCHO POR 90 CM DE ALTO, PARA DISPOSICIÓN DE CABLEADO DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA Y RELLENO DE ARENA, CINTA DE SEÑALIZACIÓN, ETC.	6.500,95	12,87 €	83.667,23 €
02.02.05	UD	<b>ARQUETA PREFABRICADA AC</b> ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, DE MEDIDAS INTERIORES 40X40X60 CM CON TAPA Y MARCO DE FUNDICIÓN INCLUIDOS, COLOCADA SOBRE CAMA DE ARENA DE RIO DE 10 CM DE ESPESOR Y PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.	2,00	98,50 €	197,00 €
02.02.06	UD	<b>ARQUETA 40X40 PREFABRICADA PARA SEGURIDAD</b> ZANAJA PARA ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, DE MEDIDAS INTERIORES 40X40X60 CM CON TAPA DE SEGURIDAD INCLUIDOS, PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.	83,00	15,94 €	1.323,02 €
02.02.07	PA	<b>ADAPTACIÓN DE ACCESOS A LA PLANTA</b> ADAPTACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO A LA PLANTA PARA PASO DE CAMIONES Y MAQUINARIA PESADA PARA LA CONSTRUCCIÓN	1,00	2.500,00 €	2.500,00 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 ZANJAS Y ARQUETAS</b>					<b>147.855,82 €</b>

## RESUMEN CAPÍTULO 02: OBRA CIVIL Y MANO DE OBRA

RESUMEN	
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 TRABAJOS PREVIOS	627.870,61 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 ZANJAS Y ARQUETAS	147.855,82 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL</b>	<b>775.726,43 €</b>

## CAPÍTULO 03. MONTAJE MECÁNICO

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>3</b>		<b>CAPÍTULO 03 MONTAJE MECÁNICO</b>			
03.01	UD	<b>TRACKER (60 MÓDULOS - 1V)</b> MONTAJE DE TRACKER, PARA SOPORTAR LOS PANELES FOTOVOLTAICOS EN CONFIGURACIÓN 1V CON 60 MÓDULOS, FABRICADA EN ACERO GALVANIZADO. PERFILES Y TORNILLERÍA DE FIJACIÓN INCLUIDOS	370,00	622,00 €	230.140,00 €
03.02	UD	<b>MONTAJE MÓDULOS</b> MONTAJE DE MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO MONO-CRISTALINO EN ESTRUCTURA PORTANTE	11.100,00	1,20 €	13.320,00 €
03.03	UD	<b>HINCADO PILOTES PARA ESTRUCTURA</b> HINCADO DIRECTO DE PILOTES PARA SOPORTE DE LOS TRACKER.	3.700,00	55,00 €	203.500,00 €
		<b>TOTAL CAPÍTULO 03 MONTAJE MECÁNICO</b>			<b>446.960,00 €</b>

## CAPÍTULO 04. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>4</b>		<b>CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b>			
04.01	UD	<b>CASETA PREFABRICADA 15M2 PARA SANITARIOS</b> Caseta prefabricada 15m2 para sanitarios (4W2L). Incluye transporte y montaje en obra.	1,00	3.065,93 €	3.065,93 €
04.02	UD	<b>CASETA PREFABRICADA 15 M2 PARA VESTUARIOS</b> Caseta prefabricada 15m2 para vestuarios diáfana. No incluye transporte y montaje en obra.	1,00	3.277,69 €	3.277,69 €
04.04	UD	<b>SUMINISTROS</b> Suministros	1,00	11.641,87 €	11.641,87 €
		<b>TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b>			<b>17.985,49 €</b>

## CAPÍTULO 05. SEGURIDAD Y SALUD

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5		<b>CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD</b>			
05.01	UD	SEGURIDAD Y SALUD	1,00	20.000,00 €	20.000,00 €
		MEDIDAS TECNICAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR Y ASEGURAR LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA			
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD</b>					<b>20.000,00 €</b>

## CAPÍTULO 06. PLANES DE GESTIÓN DE RESIDUOS Y CONTRAINCENDIOS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6		<b>CAPÍTULO 06 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS</b>			
06.01	UD	PLAN DE GESTION DE RESIDUOS	1,00	23.158,12 €	23.158,12 €
		PLAN DE GESTION DE RESIDUOS			
06.02	UD	PLAN DE CONTRAINCENDIOS	1,00	1.374,99 €	1.374,99 €
		PLAN DE CONTRAINCENDIOS			
<b>TOTAL CAPÍTULO 06 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS</b>					<b>24.533,11 €</b>

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

RESUMEN		
CAPÍTULO	CONCEPTO	EUROS
1	TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES	3.123.207,44 €
2	TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL	775.726,43 €
3	TOTAL CAPÍTULO 03 MONTAJE MECÁNICO	446.960,00 €
4	TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	17.985,49 €
5	TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD	20.000,00 €
6	TOTAL CAPÍTULO 06 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS	24.533,11 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>4.408.412,47 €</b>

El presupuesto de ejecución material asciende a **CUATRO MILLONES, CUATROCIENTOS OCHO MIL, CUATROCIENTOS DOCE EUROS, CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.**

## III.2 PRESUPUESTO LÍNEA EVACUACIÓN

---

III.2.1 PRESUPUESTO T.M. PADIERNOS

III.2.2 PRESUPUESTO T.M. NIHARRA

### III.2.1 PRESUPUESTO T.M. PADIERNOS

#### CAPÍTULO 01. INSTALACIONES

##### SUBCAPÍTULO 01.01: SUMINISTRO CABLEADO

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		<b>CAPÍTULO 01 INSTALACIONES</b>			
01.01		<b>SUBCAPÍTULO 01.01 SUMINISTRO CABLEADO</b>			
01.01.01	M	<b>CABLE MT 18/30 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) MM2</b> SUMINISTRO DE CABLE XLPE, RH5Z1-OL (S) AL DE MEDIA TENSIÓN 18/30KV (1X150) MM2 DE UN SOLO NÚCLEO, INCLUYENDO UNIONES Y LA ENTRADA EN LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A TRAVÉS DE LOS TUBOS, PARA LA CONEXIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN HASTA LA SUBESTACIÓN ELEVADORA.	3.294,75	11,39 €	37.527,20 €
01.01.02	M	<b>FIBRA ÓPTICA</b> FIBRA ÓPTICA. SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 62,5 / 125 UM CON 24 FIBRAS PARA SISTEMA DE MONITOREO. EL SUMINISTRO DEBE INCLUIR LOS TERMINALES Y MATERIAL NECESARIO PARA SU CONEXIONADO.	1.098,25	1,30 €	1.427,73 €
		<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 SUMINISTRO CABLEADO</b>			<b>38.954,93 €</b>

##### SUBCAPÍTULO 01.02: MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02		<b>SUBCAPÍTULO 01.02 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
01.02.01	M	<b>CABLE MT RH5Z1-OL (S) 18/30 KV AL 1X (1X150) + H16 MM2</b> CABLE MT RHZ1-OL (S) 18/30 KV AL 1X (1X150) + H16 MM2. INSTALACIÓN DE CABLE XLPE AL DE MEDIA TENSIÓN 18/30KV 1X (1X150) MM2 DE UN SOLO NÚCLEO, INCLUYENDO UNIONES Y LA SALIDA DEL CENTRO TRANSFORMACIÓN. ENTERRADO DIRECTO EN ZANJA.	2.915,25	1,56 €	4.547,79 €
01.02.02		<b>ARQUETA MT</b> ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, CON TAPA DE SEGURIDAD INCLUIDOS, PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.	1,00	104,00 €	104,00 €
		<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			<b>4.651,79 €</b>

## RESUMEN CAPÍTULO 01: MAQUINARIA Y EQUIPOS

RESUMEN	
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 SUMINISTRO CABLEADO	38.954,93 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4.651,79 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES</b>	<b>43.606,72 €</b>

## CAPÍTULO 02. OBRA CIVIL

### SUBCAPÍTULO 02.01: ZANJAS Y ARQUETAS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2		<b>CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL</b>			
02.01		<b>SUBCAPÍTULO 02.01 ZANJAS Y ARQUETAS</b>			
02.01.01	M	<b>ZANJA MT</b> CANALIZACIÓN PARA RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN, FORMADA POR ZANJA DE DIMENSIONES 0,40 X 1 M Y CAMA DE ARENA CON SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD. EXCAVACIÓN EN CUALQUIER CLASE DE TERRENO Y RELLENO CON TIERRA PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN.	1.002,75	8,86 €	8.884,37 €
02.01.02	UD	<b>ARQUETA PREFABRICADA MT</b> ARQUETA PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA FABRICADA EN POLIPROPILENO REFORZADO, DE MEDIDAS INTERIORES 60X60X60 CM CON TAPA Y MARCO DE FUNDICIÓN INCLUIDOS, COLOCADA SOBRE CAMA DE ARENA DE RIO DE 10 CM DE ESPESOR Y PARTE PROPORCIONAL DE MEDIOS AUXILIARES, EXCAVACIÓN Y RELLENO PERIMETRAL.	1,00	26,00 €	26,00 €
02.01.03	M	<b>TENDIDO EN ZANJA</b> TENDIDO DE CABLE 12/20 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) MM2. TOTALMENTE CONEXIONADO	1.002,75	1,20 €	1.203,30 €
02.01.04	M	<b>TENDIDO EN ZANJA BAJO TUBO CORRUGADO Ø160 MM MULTICAPA</b> TENDIDO DE CABLE 12/20 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) MM2 BAJO TUBO CORRUGADO Ø160 MM MULTICAPA. TOTALMENTE CONEXIONADO	7,10	1,80 €	12,78 €
02.01.05	M3	<b>HORMIGONADO EN ZANJAS HM-20</b> HORMIGONADO DE ZANJAS EN CAMINOS CON HM-20.	1,28	5,00 €	6,39 €
		<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 ZANJAS Y ARQUETAS</b>			<b>10.132,84 €</b>

### CAPÍTULO 03. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3		<b>CAPÍTULO 03 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b>			
03.01	PP	<b>CASETA PREFABRICADA 15M2 PARA SANITARIOS</b>	0,53	1.532,97 €	813,32 €
		Caseta prefabricada 15m2 para sanitarios (4W2L). Incluye transporte y montaje en obra.			
03.02	PP	<b>CASETA PREFABRICADA 15 M2 PARA VESTUARIOS</b>	0,53	1.638,85 €	869,50 €
		Caseta prefabricada 15m2 para vestuarios diáfana. No incluye transporte y montaje en obra.			
03.04	PP	<b>SUMINISTROS</b>	0,53	2.328,37 €	1.235,33 €
		Suministros			
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b>					<b>2.918,15 €</b>

### CAPÍTULO 04. SEGURIDAD Y SALUD

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4		<b>CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD</b>			
04.01	pp	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>	0,53	2.000,00 €	1.061,11 €
		MEDIDAS TECNICAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR Y ASEGURAR LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA			
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD</b>					<b>1.061,11 €</b>

### CAPÍTULO 05. PLANES DE GESTIÓN Y CONTRAINCENDIOS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5		<b>CAPÍTULO 05 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS</b>			
05.01	PP	<b>PLAN DE GESTION DE RESIDUOS</b>	0,53	123,41 €	65,47 €
		PLAN DE GESTION DE RESIDUOS			
05.02	PP	<b>PLAN DE CONTRAINCENDIOS</b>	0,53	275,00 €	145,90 €
		PLAN DE CONTRAINCENDIOS			
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS</b>					<b>211,38 €</b>

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

RESUMEN		
CAPÍTULO	CONCEPTO	EUROS
1	TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES	43.606,72 €
2	TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL	10.132,84 €
3	TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	2.918,15 €
4	TOTAL CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD	1.061,11 €
5	TOTAL CAPÍTULO 05 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS	211,38 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>57.930,19 €</b>

El presupuesto de ejecución material asciende a **CINCUENTA Y SIETE MIL, NOVECIENTOS TREINTA EUROS, CON DIECINUEVE CÉNTIMOS.**

### III.2.2 PRESUPUESTO T.M. NIHARRA

#### CAPÍTULO 01. INSTALACIONES

##### SUBCAPÍTULO 01.01: SUMINISTRO CABLEADO

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1		<b>CAPÍTULO 01 INSTALACIONES</b>			
01.02		<b>SUBCAPÍTULO 01.02 SUMINISTRO CABLEADO</b>			
01.02.05	M	<b>CABLE MT 18/30 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) MM2</b> SUMINISTRO DE CABLE XLPE, RH5Z1-OL (S) AL DE MEDIA TENSIÓN 18/30KV (1X150) MM2 DE UN SOLO NÚCLEO, INCLUYENDO UNIONES Y LA ENTRADA EN LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN A TRAVÉS DE LOS TUBOS, PARA LA CONEXIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN HASTA LA SUBESTACIÓN ELEVADORA.	2.915,25	11,39 €	33.204,70 €
01.02.11	M	<b>FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN</b> FIBRA ÓPTICA - MONITORIZACIÓN. SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 62,5 / 125 UM CON 24 FIBRAS PARA SISTEMA DE MONITOREO. EL SUMINISTRO DEBE INCLUIR LOS TERMINALES Y MATERIAL NECESARIO PARA SU CONEXIONADO.	971,75	1,30 €	1.263,28 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 SUMINISTRO CABLEADO</b>					<b>34.467,97 €</b>

##### SUBCAPÍTULO 01.02: MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03		<b>SUBCAPÍTULO 01.03 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
01.03.01	M	<b>CABLE MT 18/30 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) + H16 MM2</b> CABLE MT RHZ1-OL (S) 18/30 KV AL 1X (1X150) + H16 MM2. INSTALACIÓN DE CABLE XLPE AL DE MEDIA TENSIÓN 18/30KV 1X (1X150) MM2 DE UN SOLO NÚCLEO, INCLUYENDO UNIONES Y LA SALIDA DEL CENTRO TRANSFORMACIÓN. ENTERRADO DIRECTO EN ZANJA.	3.294,75	1,56 €	5.139,81 €
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>					<b>5.139,81 €</b>

##### RESUMEN CAPÍTULO 01: MAQUINARIA Y EQUIPOS

RESUMEN	
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 SUMINISTRO CABLEADO	34.467,97 €
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 MANO DE OBRA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	5.139,81 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES</b>	<b>39.607,78 €</b>

## CAPÍTULO 02. OBRA CIVIL

### SUBCAPÍTULO 02.01: ZANJAS Y ARQUETAS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2		<b>CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL</b>			
02.01		<b>SUBCAPÍTULO 02.01 ZANJAS Y ARQUETAS</b>			
02.01.01	M	<b>ZANJA MT</b>	887,25	8,86 €	7.861,04 €
		CANALIZACIÓN PARA RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN, FORMADA POR ZANJA DE DIMENSIONES 0,40 X 1 M Y CAMA DE ARENA CON SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD. EXCAVACIÓN EN CUALQUIER CLASE DE TERRENO Y RELLENO CON TIERRA PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN.			
02.01.02	M	<b>TENDIDO EN ZANJA</b>	887,25	1,20 €	1.064,70 €
		TENDIDO DE CABLE 12/20 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) + H16 MM2. TOTALMENTE CONEXIONADO			
02.01.03	M	<b>TENDIDO EN ZANJA BAJO TUBO CORRUGADO Ø160 MM MULTICAPA</b>	7,85	1,80 €	14,13 €
		TENDIDO DE CABLE 12/20 KV RH5Z1-OL (S) AL (1X150) + H 16 MM2 BAJO TUBO CORRUGADO Ø160 MM MULTICAPA. TOTALMENTE CONEXIONADO			
02.01.04	M3	<b>HORMIGONADO EN ZANJAS HM-20</b>	1,41	5,00 €	7,07 €
		HORMIGONADO DE ZANJAS EN CAMINOS CON HM-20.			
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 ZANJAS Y ARQUETAS</b>					<b>8.946,93 €</b>

## CAPÍTULO 03. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4		<b>CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b>			
04.01	PP	<b>CASETA PREFABRICADA 15M2 PARA SANITARIOS</b>	0,47	1.532,97 €	719,64 €
		Caseta prefabricada 15m2 para sanitarios (4W2L). Incluye transporte y montaje en obra.			
04.02	PP	<b>CASETA PREFABRICADA 15 M2 PARA VESTUARIOS</b>	0,47	1.638,85 €	769,35 €
		Caseta prefabricada 15m2 para vestuarios diáfana. No incluye transporte y montaje en obra.			
04.04	PP	<b>SUMINISTROS</b>	0,47	2.328,37 €	1.093,04 €
		Suministros			
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA</b>					<b>2.582,03 €</b>

### CAPÍTULO 04. SEGURIDAD Y SALUD

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5		<b>CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD</b>			
05.01	pp	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>	0,47	2.000,00 €	938,89 €
		MEDIDAS TECNICAS NECESARIAS PARA GARANTIZAR Y ASEGURAR LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES DURANTE LOS TRABAJOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA			
<b>TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD</b>					<b>938,89 €</b>

### CAPÍTULO 05. PLANES DE GESTIÓN Y CONTRAINCENDIOS

CÓDIGO	UNIDADES	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6		<b>CAPÍTULO 06 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS</b>			
06.01	PP	<b>PLAN DE GESTION DE RESIDUOS</b>	0,47	109,43 €	51,37 €
		PLAN DE GESTION DE RESIDUOS			
06.02	PP	<b>PLAN DE CONTRAINCENDIOS</b>	0,47	137,50 €	64,55 €
		PLAN DE CONTRAINCENDIOS			
<b>TOTAL CAPÍTULO 06 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS</b>					<b>115,92 €</b>

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

RESUMEN		
CAPÍTULO	CONCEPTO	EUROS
1	TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIONES	39.607,78 €
2	TOTAL CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL	8.946,93 €
3	TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA	2.582,03 €
4	TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD	938,89 €
5	TOTAL CAPÍTULO 06 PLANES DE GESTION Y CONTRAINCENDIOS	115,92 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>52.191,55 €</b>

El presupuesto de ejecución material asciende a **CINCUENTA Y DOS MIL, CIENTO NOVENTA Y UN EURO, CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.**

## III.3 PRESUPUESTO TOTAL

---

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL

RESUMEN		
CAPÍTULO	CONCEPTO	EUROS
1	TOTAL INSTALACIONES EN T.M. PADIERNOS	4.466.342,66 €
2	TOTAL INSTALACIONES EN T.M. NIHARRA	52.191,55 €
<b>TOTAL PEM</b>		<b>4.518.534,22 €</b>

El presupuesto de ejecución material asciende a **CUATRO MILLONES, QUINIENTOS DIEZ Y OCHO MIL, QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS, CON VEINTI DOS CÉNTIMOS.**



# DOCUMENTO 4: PLANOS

---

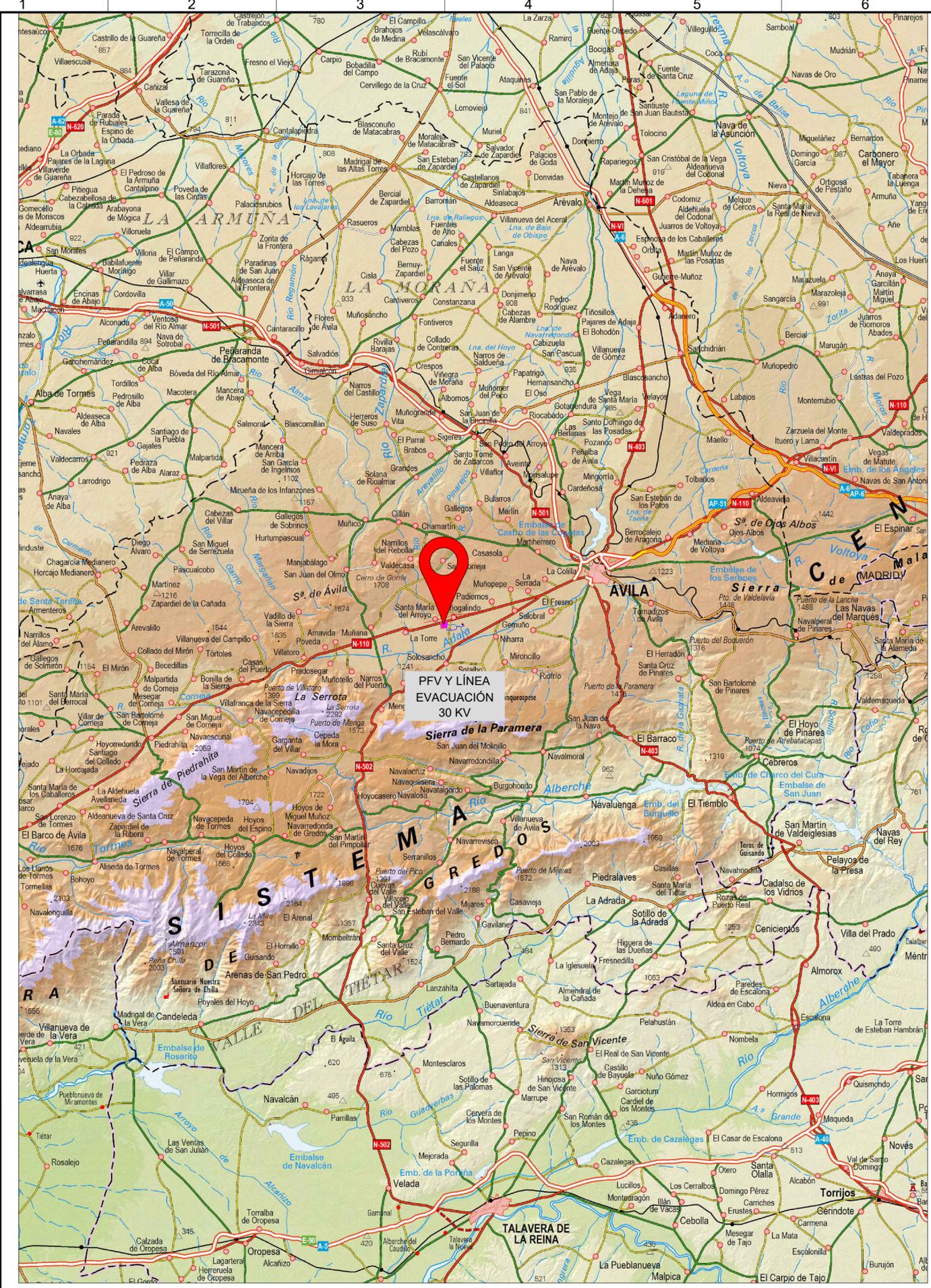
En Albacete, a julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

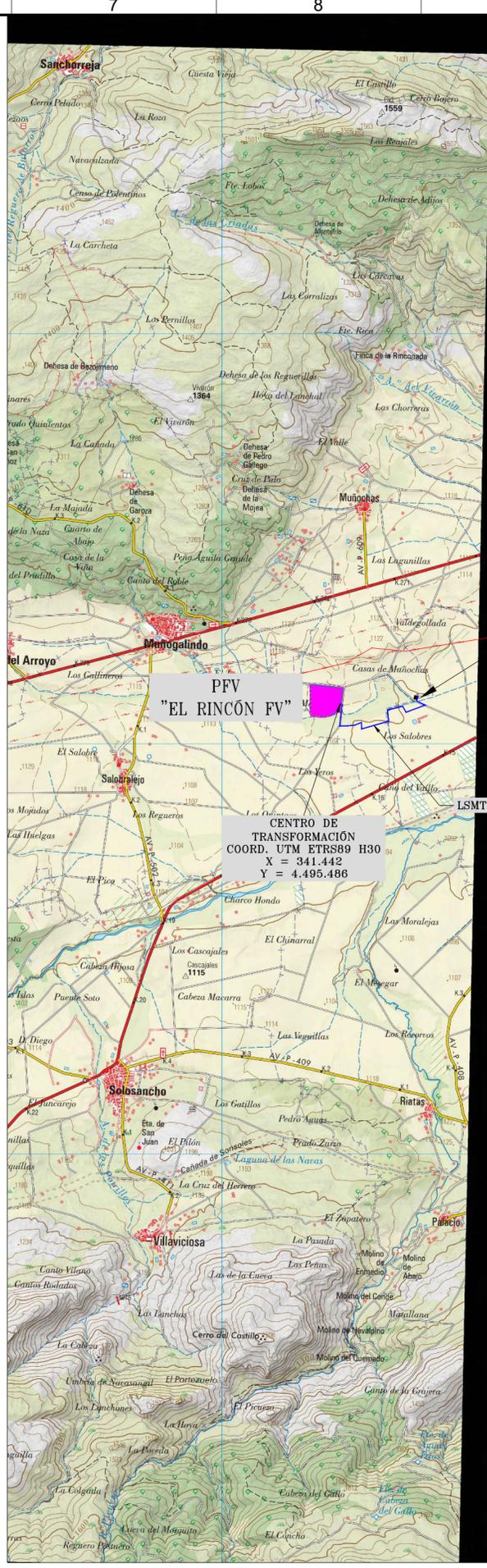
---

## ÍNDICE PLANOS

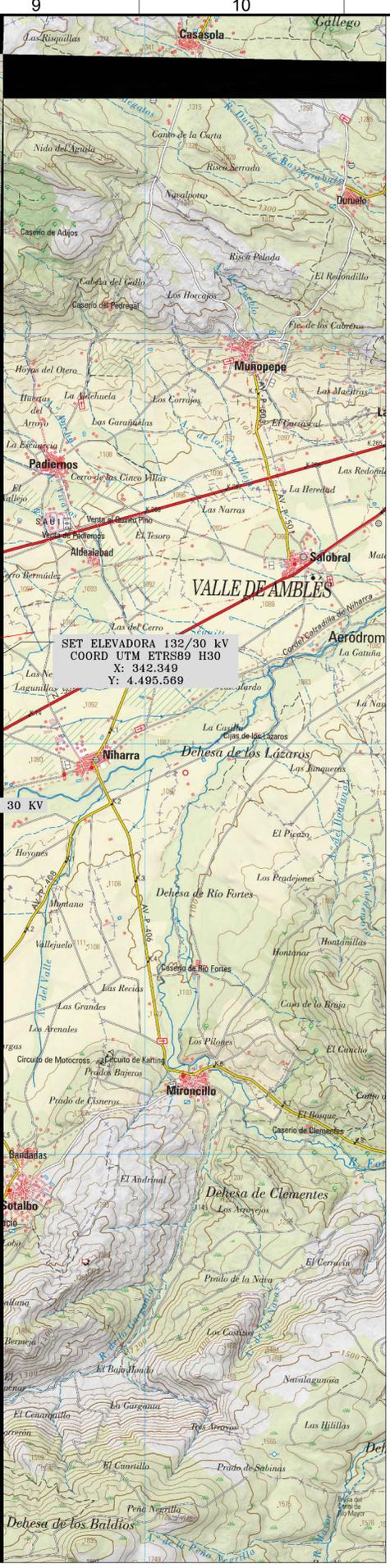
- P01.-** Generales. Situación y Emplazamiento.
- P01.1.-** Generales. Situación de Entorno.
- P01.2.-** Generales. Situación Particular.
- P02.-** Generales. Planta fotovoltaica e infraestructura de evacuación.
- P02.1.-** Generales. Parcelas afectadas. Planta fotovoltaica.
- P02.2.-** Generales. Parcelas afectadas. LSMT 30 kV.
- P03.1-** Implantación. Layout de Planta fotovoltaica.
- P03.2-** Implantación. Layout de LSMT 30 kV.
- P04.-** Instalación Fotovoltaica. Distribución B.T.
- P05.1-** Instalación Fotovoltaica. Esquema Unifilar B.T (Parte 1).
- P05.2-** Instalación Fotovoltaica. Esquema Unifilar B.T (Parte 2).
- P06.-** Instalación Fotovoltaica. Instalación Puesta a Tierra.
- P07.-** Instalación Fotovoltaica.Tracker. Planta y Alzado.
- P08-** Instalación Fotovoltaica. Inversor. Detalle Estructura.
- P09-** Instalación Fotovoltaica. Centro de Transformación. Planta y Alzado.
- P10.-** Instalación Fotovoltaica. Centro de Transformación. Esquema Unifilar.
- P11.-** Instalación de Seguridad. Layout.
- P12.-** Instalación Fotovoltaica. Obra Civil. Sección de Viales.
- P13.-** Instalación Fotovoltaica. Obra Civil. Detalle de Canalizaciones. Zanja para B.T.
- P14.-** Instalación Fotovoltaica. Obra Civil. Detalle de Vallado Cinegético.
- P15.-** Instalación Fotovoltaica. Punto Límpio.
- P16.-** Línea de Evacuación. Obra Civil. Detalle de Canalizaciones. Zanja para M.T.
- P17.-** Línea de Evacuación. Obra Civil. Detalle Arqueta M.T.
- P18.-** Línea de Evacuación. Esquema Unifilar.



SITUACIÓN  
ESCALA=1/200.000



EMPLAZAMIENTO  
ESCALA=1/200.000



Titular y Promotor:

**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**

**finerge**

Desarrollador:

**Vita. energy**

PROYECTO:

**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV" Y LÍNEA DE EVACUACIÓN.**

PLANO:

**SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**

Dibujado:	ARLUMI RENOVABLES	VITA ENERGY
Comprobado:		VITA ENERGY
Aprobado:		VITA ENERGY
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23
		ASL

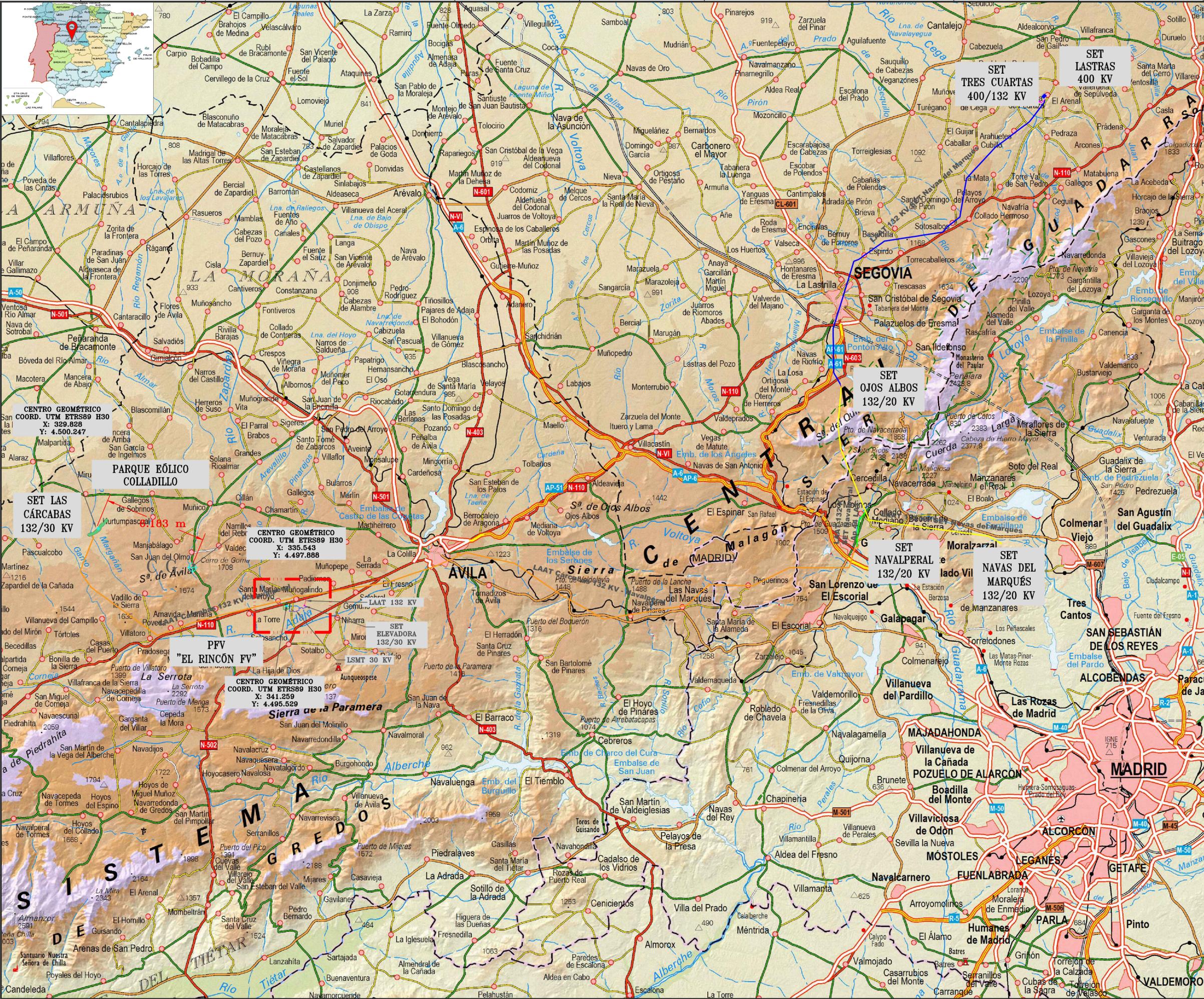
Ingeniería:

Antonio Sáez López  
Colegiado nº 1575 - COITAB

Ingeniero Técnico Industrial

Fecha:	JULIO/23	DIN:	A3
Escala:	SEGÚN PLANO		
HOJA:	01/01	Plano N.º:	01
Revisión:	00		

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. Queda terminantemente prohibido reproducir, copiar, retransmitir, publicar, distribuir o utilizar de cualquier forma el contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de VITA ENERGY. En ningún caso la falta de respuesta a la correspondiente solicitud podrá entenderse como una presunta autorización para su uso.



**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos FV	7,215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6,34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofila 2 string (1V60)	185 uds.
Nº de CTS	1 uds. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	18 uds. (350 KW)
Total módulos	11.100 uds. (650 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM, ETRS89 H30	X: 341.259 Y: 4.495.529
Localidad:	Padriernos y Niharra
Provincia:	Ávila
País:	España

Titular y Promotor:

**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:

**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LINEA DE EVACUACIÓN

**PLANO:**  
SITUACIÓN DE ENTORNO.

Elaborado:	ARLUMI RENOVABLES
Comprobado:	VITA ENERGY
Aprobado:	VITA ENERGY

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

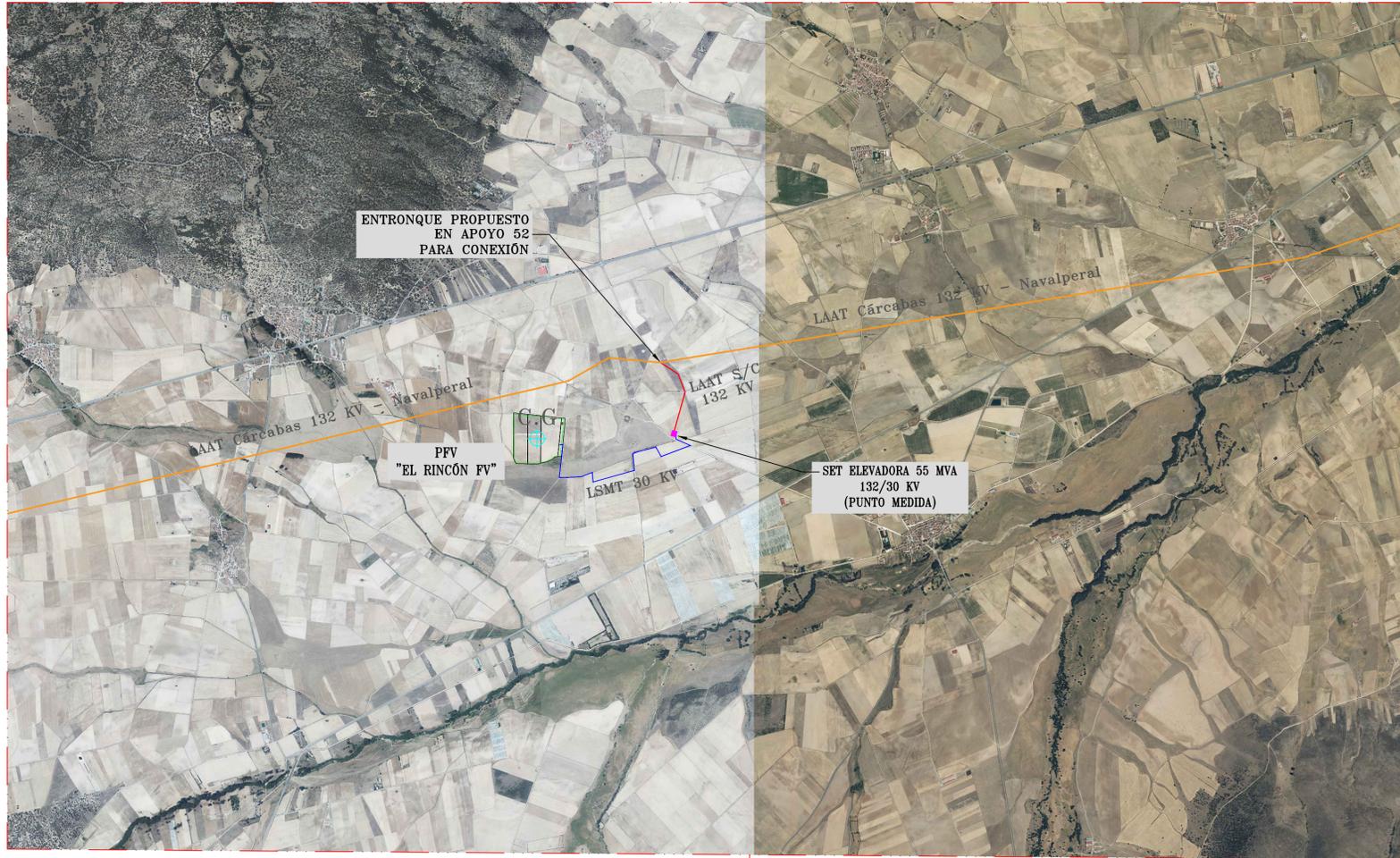
Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
Ingeniero Técnico Industrial  
*Antonio Sáez López*  
Colegiado nº 1576 - COITAB

Fecha:	JULIO/23	DIN:	A2
Escala:	1:150.000		
Hoja:	02/02	Plano Nº:	01.1
Revisión:	00		

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONSERVADORA Y DE USO RESTRICTIVO. VÁLIDA ÚNICAMENTE PARA LOS FINESES DEL PRESENTE DOCUMENTO. CUALQUIER REPRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN O USO NO AUTORIZADO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGÚN CASO LE FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD. PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESENTACIÓN AUTORIZADA PARA SU USO.

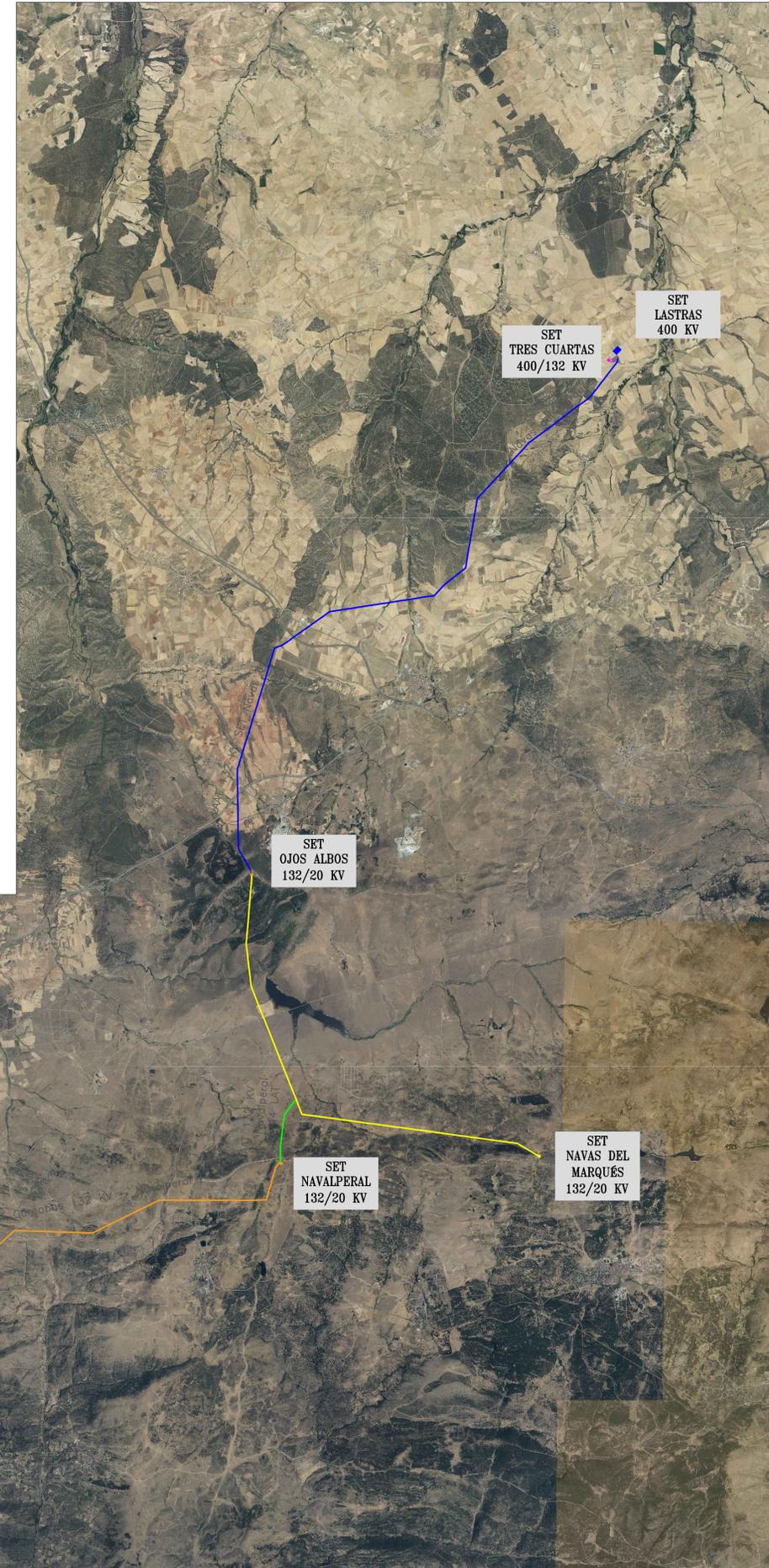
SITUACIÓN DE PLANTA FOTOVOLTAICA E INSTALACIONES

ESCALA: 1/25.000



SITUACIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

ESCALA: 1/100.000



CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:

Potencia instalada módulos PV	7.255 MWp
Potencia instalada inversores AC	6.34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofila 2 string (FVG)	185 sub.
Nº de C/P	1 sub. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	18 sub. (350 kW)
Total módulos	11.100 sub. (630 Wp)
Pitch	6,45 m.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

Coordenadas UTM ETRS89 H30	X: 341.259	Y: 4.495.529
Localidad:	Padrinas y Niborra	
Provincia:	Ávila	
País:	España	

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:	PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV" Y LINEA DE EVACUACIÓN.
PLANO:	SITUACIÓN PARTICULAR

Elaborado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INC.
00	DISERIO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Ingeniería Técnica Industrial  
 Alvaro Sánchez López  
 Colegiado nº 1876 - COITIAS

Fecha:	JULIO/23	DIA:	A1
Escala:	SEGÚN VISTAS	0 10 20	
Hoja:	01/02	Plano N.º:	01.2
Revisión:	00		



**LEYENDA**

- VALLADO
- TRACKER A 1 EJE 1V 2X30 MÓDULOS
- VIALES PFV
- ZANJA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA 132 KV
- SUBESTACION

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos PV	7.215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6.34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofila 2 string (15/00)	185 subs.
Nº de CTs	1 sub. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	18 subs. (1850 kW)
Total módulos	33.100 subs. (16.50 MWp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM ETRS89 H30	X: 341.259	Y: 4.405.529
Localidad:	Pudrieros y Niharros	
Provincia:	Ávila	
País:	España	

Titular y Promotor:

Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.  
**finerge**

Desarrollador:

**Vita** energy group

PROYECTO:  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
Generales. Planta Fotovoltaica e  
infraestructuras de evacuación

Divulgado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:	VITA ENERGY		
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	DESIGNO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI** RENOVABLES  
Ingeniería Técnica Industrial  
Antonio Sáenz López  
Colegiado nº 1575 - COTIAB

Fecha:	JULIO/23	DIN:	A1
Escala:	1:2.500		
Hoja:	01/01	Plano N.º:	2
Revisión:	00		

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y EXCLUSIVAMENTE PARA USO INTERNO DE PRESENTACIÓN DEL PROYECTO. Queda expresamente prohibida su reproducción o distribución sin el consentimiento expreso de ARLUMI RENOVABLES S.L. El incumplimiento de esta obligación dará lugar a las acciones legales correspondientes.



**LEYENDA**

- Vallado perimetral
- Límite Edificación
- Límite parcelas ocupadas
- Parcelas catastro
- Cruva Nivel
- Desagüe

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos FV	7.215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6,34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofita 2 string (IVG0)	185 uds.
Nº de CTS	1 uds. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	18 uds. (350 KW)
Total módulos	11.100 uds. (650 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM, ETRS89 H30	X: 341.259 Y: 4.495.529
Localidad:	Padiernos y Niharra
Provincia:	Ávila
País:	España

**Titular y Promotor:**  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

**Desarrollador:**  
**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
 PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"

**PLANO:**  
 Generales. Parcelas Afectadas.  
 Planta Fotovoltaica

Dibujada:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobada:	VITA ENERGY		
Aprobada:	VITA ENERGY		
REV.	DESCRIPCION	FECHA	INC.
00	DISÑO INICIAL	14/07/23	ASL

**Ingeniería**  
 Ingeniero Técnico Industrial  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Antonio Siles López  
 Colegiado nº 1576 - COITIAB

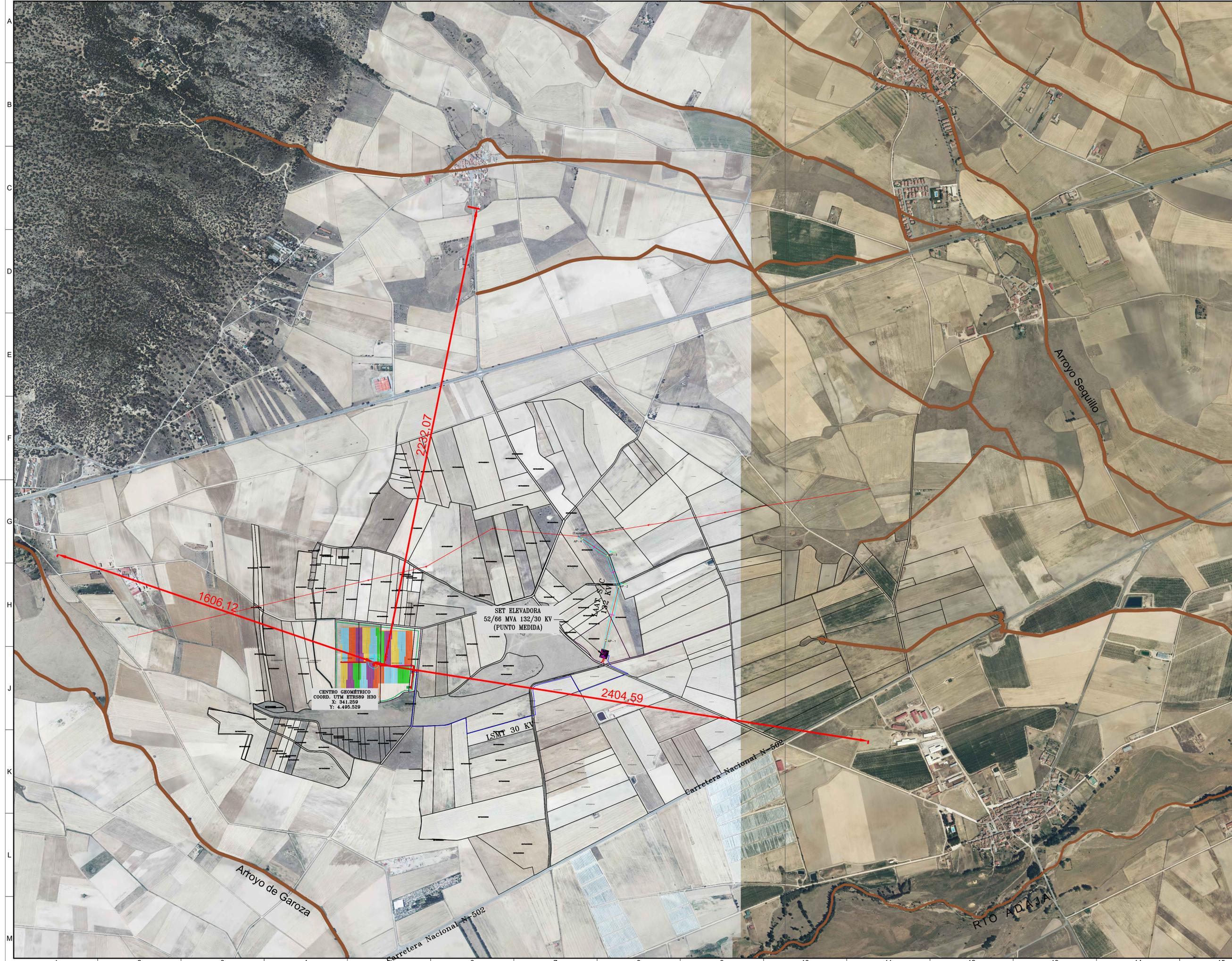
Fecha:	JULIO/23	DIN:	A2
Escala:	1:2.000		
Hoja:	01/01	Plano Nº:	02.1
Revisión:	00		

**CENTRO GEOMÉTRICO**  
 COORD. UTM ETRS89 H30  
 X: 341.259  
 Y: 4.495.529

VALLADO		
Nº VÉRTICE	COORD. X	COORD. Y
1	341.076,66	4.495.723,19
2	341.473,74	4.495.680,76
3	341.443,96	4.495.395,30
4	341.406,05	4.495.392,24
5	341.389,82	4.495.383,69
6	341.360,72	4.495.363,90
7	341.344,60	4.495.355,65
8	341.320,82	4.495.346,91
9	341.288,69	4.495.341,15
10	341.277,98	4.495.336,54
11	341.216,43	4.495.335,23
12	341.194,27	4.495.337,02
13	341.095,84	4.495.337,16
14	341.079,42	4.495.370,57

Nº Parcela en Proyecto	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Superficie Catastral (m2)
1	Padiernos	Ávila	19	369	05176A019003690000WZ	44.403
2	Padiernos	Ávila	19	368	05176A019003680000WS	40.353
3	Padiernos	Ávila	19	367	05176A019003670000WE	51.089
4	Padiernos	Ávila	19	366	05176A019003660000WJ	8.964

LA INFORMACIÓN REPRODUCIDA EN ESTE DOCUMENTO DE CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO. Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. Queda terminantemente prohibido reproducir, copiar, distribuir, comunicar a terceros o distribuir todo o parte del contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de ARLUMI RENOVABLES. SE EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.



**LEYENDA**

- VALLADO
- TRACKER A 1 EJE 1V 2X30 MÓDULOS
- VIALES PVFV
- ZANJA MEDIA TENSIÓN
- LÍNEA 132 KV
- SUBESTACION

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos PV	7.215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6.34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofilis 2 string (1V/0)	185 sds.
Nº de CTs	1 sds. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	18 sds. (1850 kW)
Total módulos	33.100 sds. (16.50 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM. ETRS89 H30	X: 341.859
	Y: 4.495.529
Localidad:	Pudrieros y Siharra
Provincia:	Ávila
País:	España

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**

**finerge**

Desarrollador:  
**Vita energy group**

**PROYECTO:**  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

**PIANO:**  
Generales. Justificación  
Urbanista. Distancias a casco urbano

Elaborado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:	VITA ENERGY		
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	DESARROLLO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
Ingeniería Técnica Industrial  
Antonio Sáenz López  
Colegiado nº 1575 - COTIAB

Fecha: **JULIO/23** DIN: **A1**

Escala: **1:125**

Hoja: **01/01** Plano Nº: **03**

Revisión: **00**

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONDICIÓN DE CONFIDENCIALIDAD Y DE USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE. EL PRESENTE DOCUMENTO QUEDA TRAMITADO Y ARCHIVADO EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE DOCUMENTOS DE LA EMPRESA. Queda expresamente prohibida la reproducción o el uso no autorizado de este documento. Toda infracción será sancionada.

CONFIGURACIÓN PFV		
POTENCIA PICO	7.215,00	kWp
POTENCIA INSTALADA (30° C)	6.336,00	kWp
POTENCIA CONCEDIDA	6.000,00 (Limitado)	kWn
RATIO DC/AC	1,20	-
SUP. VALLADO	13,33	Hectáreas
SUP. MÓDULOS	34.481	m <sup>2</sup>
MÓDULO TRINA SOLAR TSM-DEG21C.20-650M		
POTENCIA MÓDULO	650	W
MÓDULOS/STRINGS	30	Ud.
Nº MÓDULOS	11.100	Ud.
INVERSOR SUNGROW SG350HX - 350KW		
POTENCIA NOMINAL INVERSOR	350	KVA
POTENCIA INVERSOR (50° C)	295	KVA
POTENCIA INVERSOR (30° C)	352	KVA
Nº INVERSORES	18	Ud.
Nº STRINGS	370	Ud.
Nº TRACKERS INVERSOR	10,5 y 10	Ud.
Nº STRINGS/INVERSOR	21 y 20	Ud.
TRACKER SCHLETTER		
TIPO DE TRACKER	SEGUIDOR HORIZONTAL 1V	
MÓDULOS/TRACKER	60	Ud.
STRINGS/TRACKER	2	Ud.
Nº TOTAL DE TRACKERS	185	Ud.
PITCH	6,45	m.
CENTRO TRANSFORMACIÓN		
Nº UNIDADES	1	Ud.
POTENCIA	6.600	KVA
Nº TRANSFORMADORES	2	Ud.
POTENCIA TRANSFORMADOR	3.300	KVA



**LEYENDA**

- LÍMITE PARCELARIO PFV
- RECINTO PARCELAS PFV
- LÍMITE EDIFICACIÓN
- VALLADO
- TRACKER A 1 EJE 1V 2X30 MÓDULOS
- INVERSOR
- VIALES PFV
- PUERTA DE ACCESO A PFV
- ZANJA ENTUBADA C.C.
- ZANJA C.A.
- ZANJA MEDIA TENSIÓN
- ARQUETAS C.C.
- ARQUETAS A.C. (BT)
- ARQUETAS M.T.
- CENTRO TRANSFORMACIÓN
- SUBESTACIÓN
- PUNTO LIMPIO
- PICA
- LÍNEA P.a.T.
- Báculo 4 m
- Arqueta de 40x40 cm con tapa de seguridad
- Tubo corrugado Ø63 mm doble pared

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos PV	7.215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6.336 MWac (30°)
Potencia Concedida	6.000 MWac
Seguidor monofila 2 string (1V/0)	185 uds.
Nº de CTs	1 uds. (2 TRAFDS)
Nº de Inversores	18 uds. (1850 KW)
Total módulos	11.100 uds. (6.50 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM: ETRS89 H30	X: 341.259
	Y: 4.495.529
Localidad:	Pudrieros y Niharra
Provincia:	Ávila
País:	España

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**

**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
Instalación Fotovoltaica.  
Distribución B.T.

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INC.
00	DESARROLLO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería:  
**ARLUMI RENOVABLES**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Antonio Siles López  
Colegiado nº 1576 - COITIAB

Fecha: **JULIO/23** DIN: **A1**

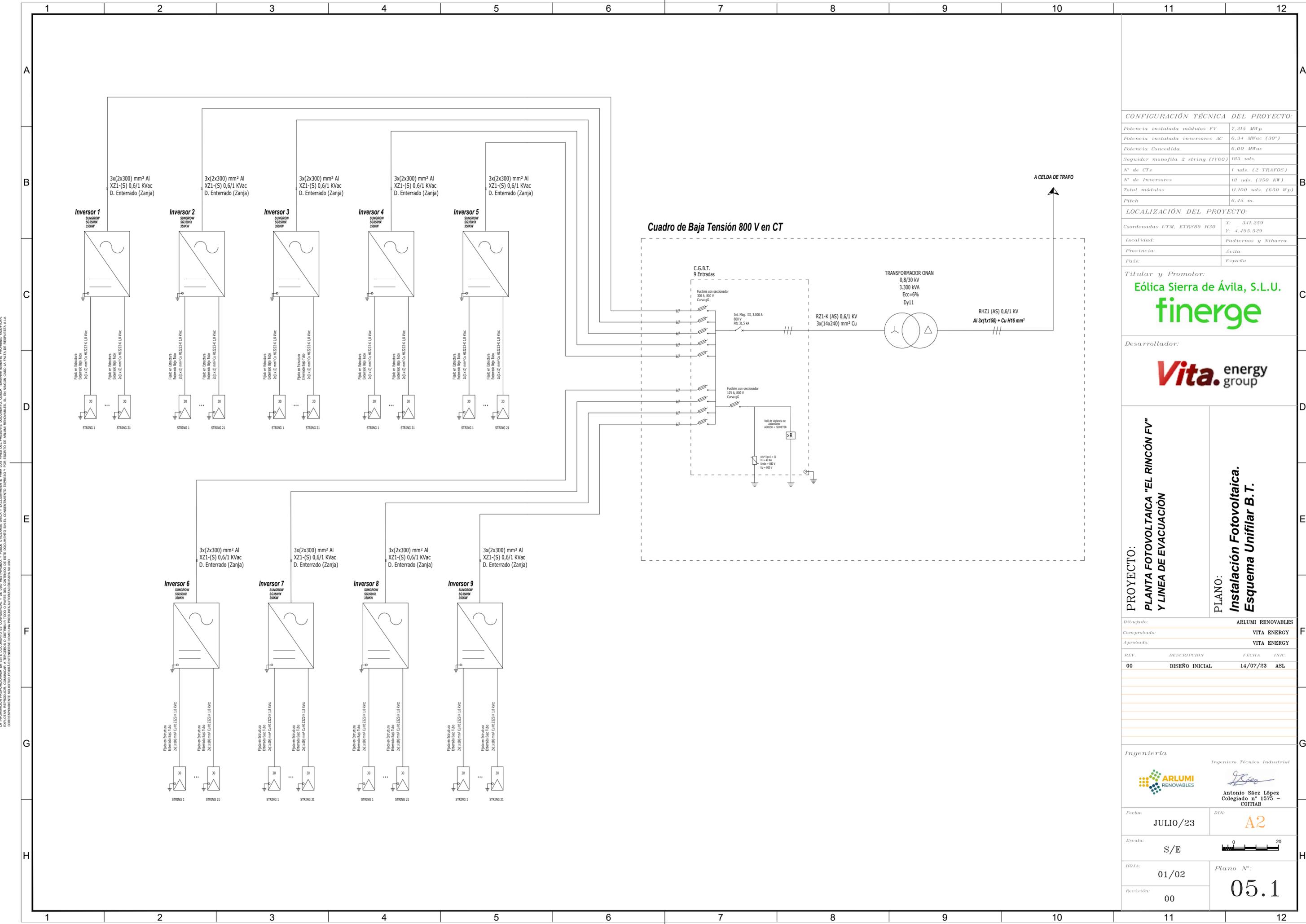
Escala: **1:1.000**

Hoja: **01/01** Plano N.º: **04**

Revisión: **00**



LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO EXCLUSIVO DEL CLIENTE. Queda prohibida la reproducción o el uso no autorizado de este documento sin el consentimiento expreso del propietario. Toda infracción de esta prohibición será sancionada con arreglo a la legislación aplicable.



**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos FV	7.215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6,34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofila 2 string (IV60)	185 uds.
Nº de CTs	1 uds. (2 TRAF0S)
Nº de Inversores	18 uds. (350 KW)
Total módulos	11.100 uds. (650 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM, ETRS89 H30	X: 341.259 Y: 4.495.529
Localidad:	Padrieros y Niharra
Provincia:	Ávila
País:	España

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN**

**PLANO:**  
**Instalación Fotovoltaica.  
 Esquema Unifilar B. T.**

Dibujado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:	VITA ENERGY		
REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
 Ingeniero Técnico Industrial

**ARLUMI**  
 RENOVABLES

Antonio Sáez López  
 Colegiado n° 1575 -  
 COIABI

Fecha: JULIO/23  
 Escala: S/E

HOJA: 01/02  
 Revisión: 00

Plano N°:  
**05.1**

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO. Y DEBE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. Queda terminantemente prohibido reproducir, copiar, distribuir, reproducir, copiar o tener acceso a cualquier parte del contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos FV	7.215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6.34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6.00 MWac
Seguidor monofila 2 string (IV60)	185 uds.
Nº de CTs	1 uds. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	18 uds. (350 KW)
Total módulos	11.100 uds. (650 Wp)
Pitch	6.45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM, ETRS89 H30	X: 341.259 Y: 4.495.529
Localidad:	Padiernos y Niharra
Provincia:	Ávila
País:	España

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"**  
**Y LINEA DE EVACUACIÓN**

**PLANO:**  
**Instalación Fotovoltaica.**  
**Esquema Unifilar B.T.**

Dibujado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:	VITA ENERGY		
REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería

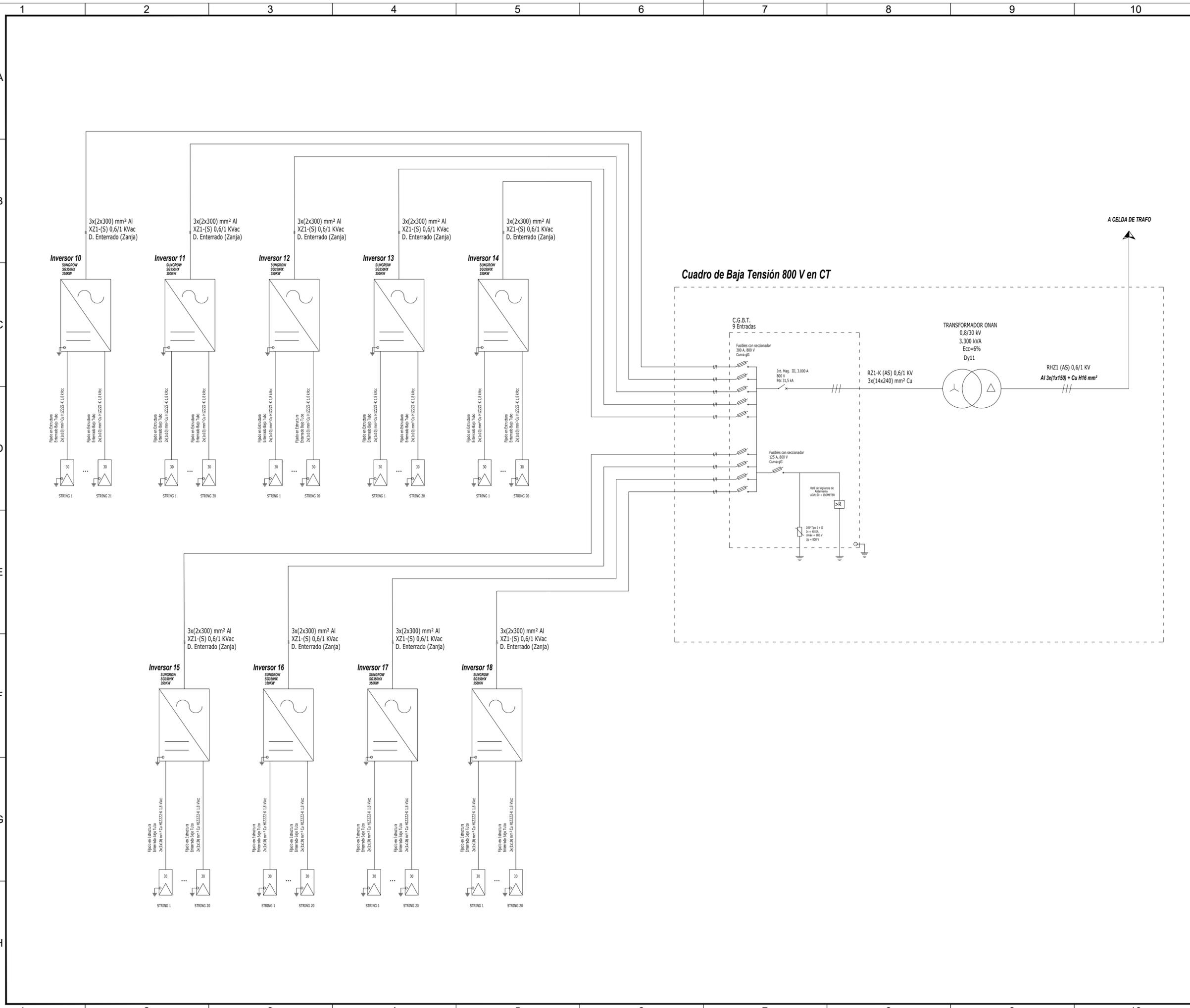
**ARLUMI** RENOVABLES

Ingeniero Técnico Industrial

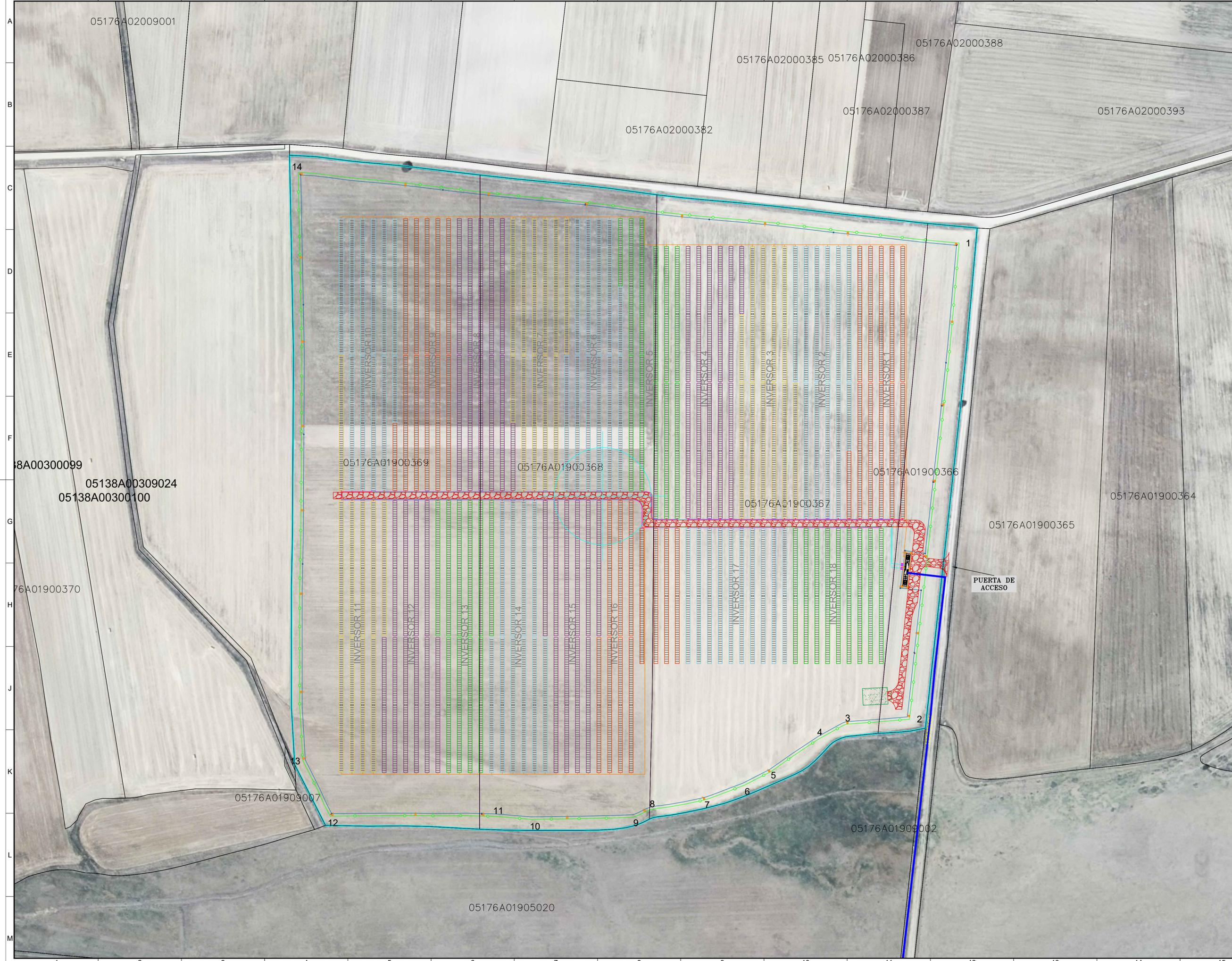
*Antonio Sáez López*  
 Colegiado nº 1575 -  
 COTIAB

Fecha:	JULIO/23	DIN:	A2
Escala:	S/E		

HOJA:	02/02	Plano Nº:	05.2
Revisión:	00		



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO. Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. Queda terminantemente prohibido reproducir, copiar, distribuir, publicar o transmitir de cualquier forma el contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTOSOLUCIÓN PARA SU USO.



**LEYENDA**

- LÍMITE PARCELARIO PFV
- RECINTO PARCELAS PFV
- LÍMITE EDIFICACIÓN
- VALLADO
- TRACKER A 1 EJE 1V 2X30 MÓDULOS
- INVERSOR
- VIALES PFV
- PUERTA DE ACCESO A PFV
- ZANJA ENTUBADA C.C.
- ZANJA C.A.
- ZANJA MEDIA TENSIÓN
- ARQUETAS C.C.
- ARQUETAS A.C. (BT)
- ARQUETAS M.T.
- CENTRO TRANSFORMACIÓN
- SUBESTACIÓN
- PUNTO LIMPIO
- PICA
- LÍNEA P.a.T.
- Báculo 4 m
- Arqueta de 40x40 cm con tapa de seguridad
- Tubo corrugado Ø63 mm doble pared

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos PV	7,215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6,34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofilis 2 string (1V/0)	185 subs.
Nº de CTs	1 sub. (2 TRAFDS)
Nº de Inversores	18 subs. (1850 kW)
Total módulos	33.100 subs. (16.50 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM: ETRS89 H30	X: 341.259
	Y: 2.495.529
Localidad:	Pudrieros y Niharro
Provincia:	Ávila
País:	España

Titular y Promotor:

**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:

**Vita energy group**

PROYECTO:  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
Instalación Fotovoltaica.  
Puerta a Tierra.

Dibujado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:	VITA ENERGY		
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INC.
00	DESARROLLO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería:  
**ARLUMI RENOVABLES**  
Ingeniería Técnica Industrial  
Antonio Sáez López  
Colegiado nº 1576 - COITIAB

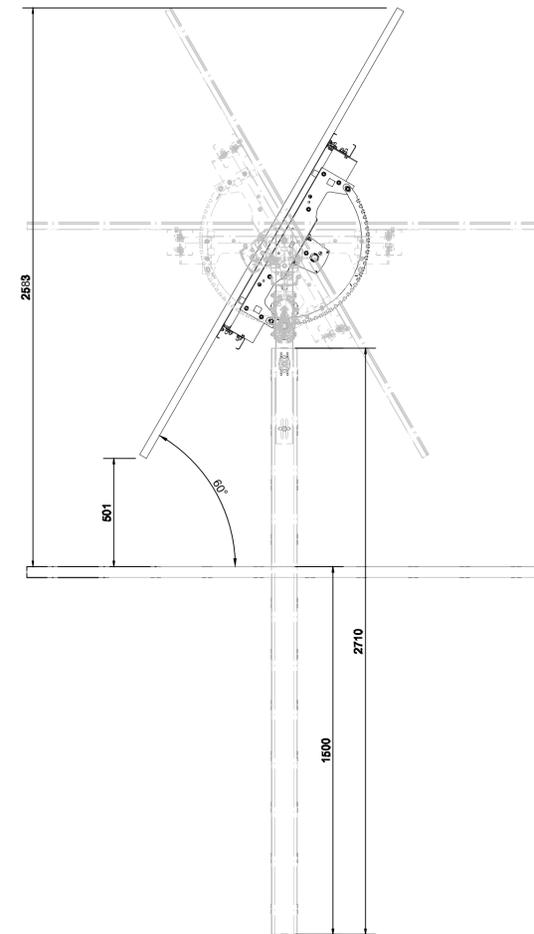
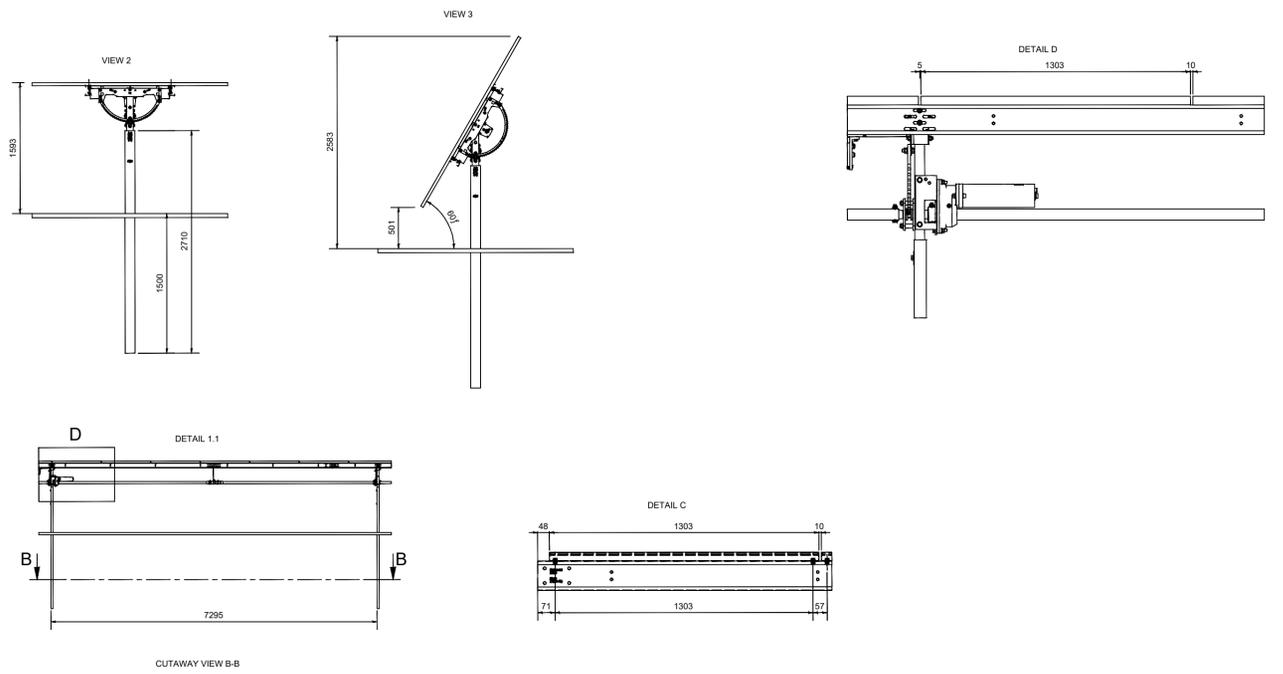
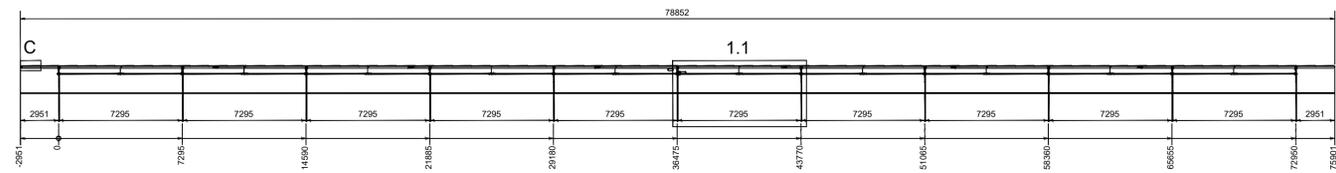
Fecha: **JULIO/23** DIN: **A1**

Escala: **1:1.000**

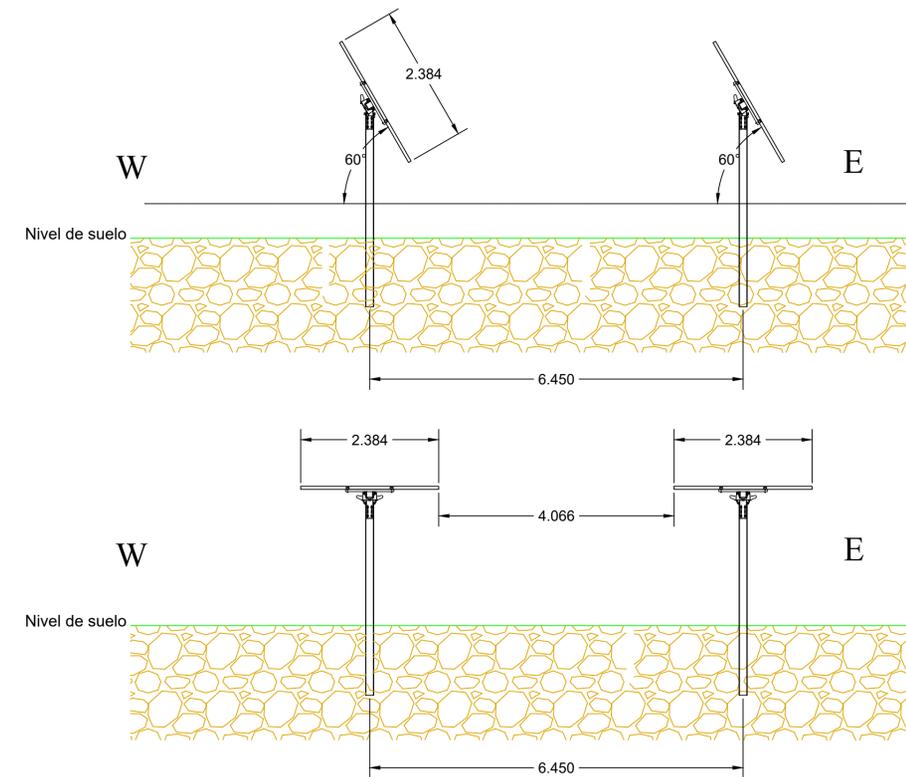
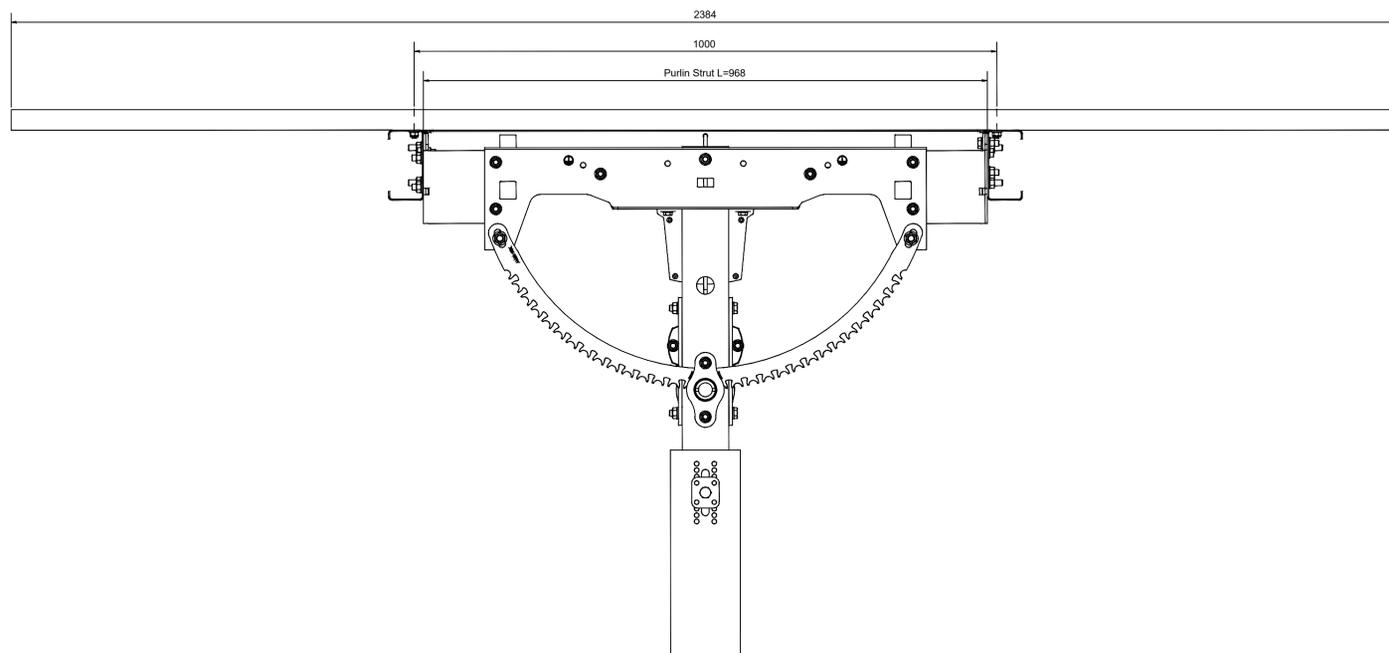
Hoja: **01/01** Plano N°: **06**

Revisión: **00**

LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES CORRECTORA Y DE USO REFERENCIAL. SE PUEDE UTILIZAR COMO REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DE OTROS DOCUMENTOS, SIEMPRE Y CUANDO SE HAYA HECHO CONSTAR EN EL MISMO DOCUMENTO QUE SE HA HECHO USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO. SE DESLIEGA LA RESPONSABILIDAD DE LOS DATOS Y RESULTADOS OBTENIDOS POR EL USUARIO.



60 módulos en configuración 1V  
 Módulo: Trina Solar, TSM-DEG21C.20-650M  
 Schletter, Seguidor a un eje horizontal  
 Inclinación E-O: +/- 60°  
 Azimut: 0°



Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
 PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
 Tracker. Planta y Alzados.

Dibujado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:			
REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISERÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería		Ingeniero Técnico Industrial	
Antonio Sáez López		Colegiado nº 1875 - COITAB	
Fecha:	JULIO/23	DIV:	A1
Estado:	S/E		
HOJA:	01/01	Plano N°:	07
Revisión:	00		

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDO MODIFICAR, REPRODUCIR, COPIAR, DISTRIBUIR, ALQUILAR, CEDER, PRESTAR, O DE ALGUNA MANERA, EN ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES. SI, EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN**

PLANO:  
**Inversor. Detalle Estructura.**

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**  
 Comprobado: **VITA ENERGY**  
 Aprobado: **VITA ENERGY**

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Ingeniero Técnico Industrial  
*Antonio Sáez López*  
**Antonio Sáez López**  
 Colegiado n° 1575 - COITIAB

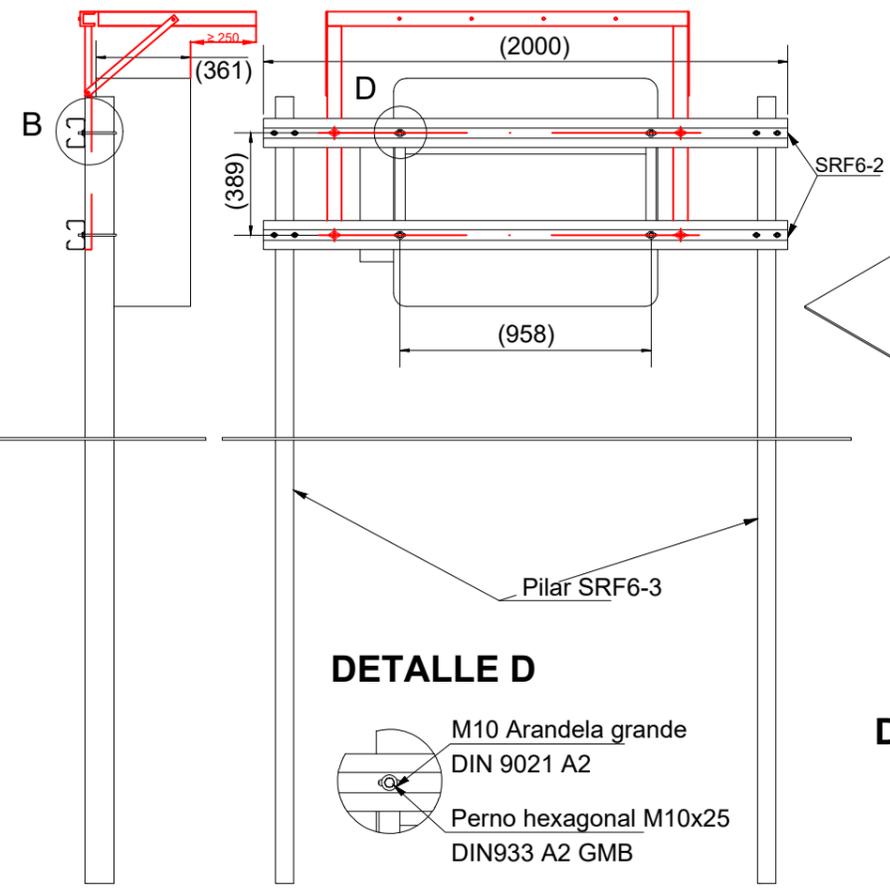
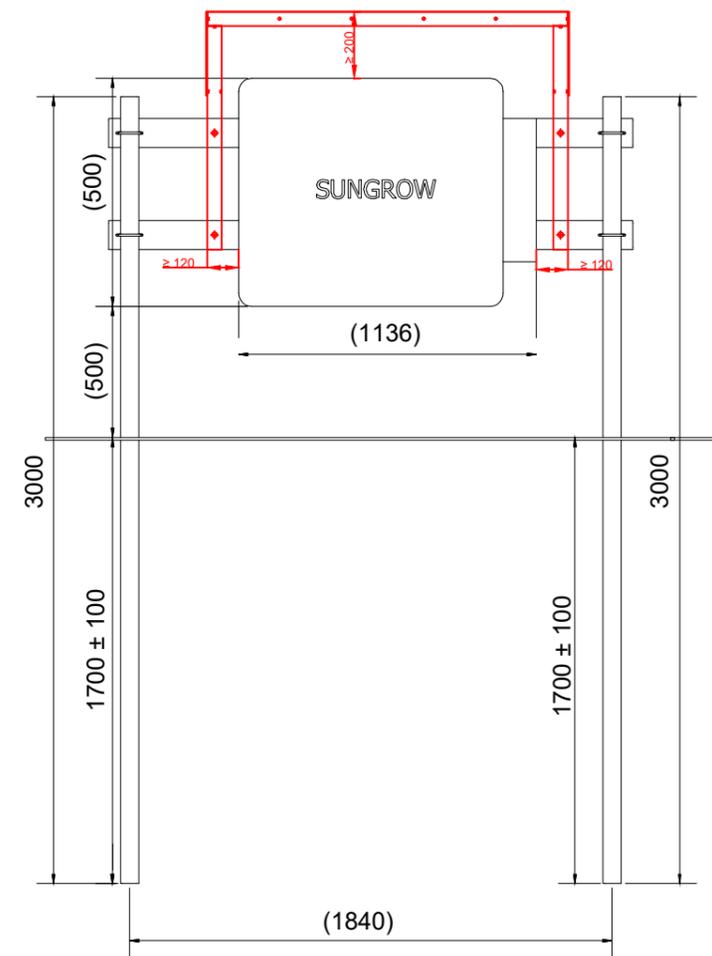
Fecha: **JULIO/23**      DIN: **A3**

Escala: **S/E**

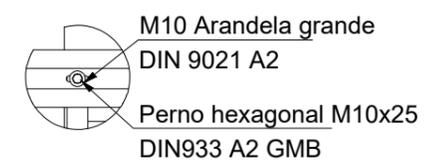
HOJA: **01/01**      Plano N°:

Revisión: **00**      **08**

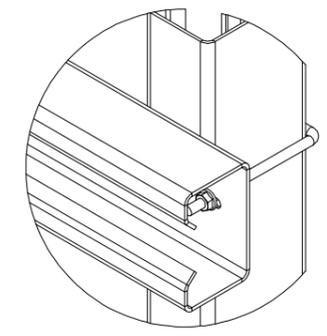
**VISTA 1**



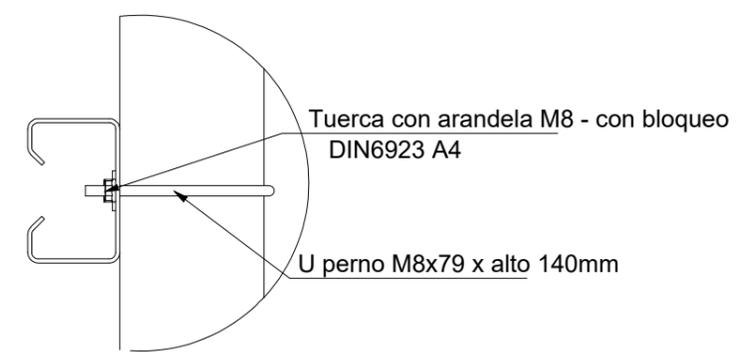
**DETALLE D**



**DETALLE C**



**DETALLE B**



Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN**

PLANO:  
**Centro Transformación.  
 Planta y Alzado.**

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**  
 Comprobado: **VITA ENERGY**  
 Aprobado: **VITA ENERGY**

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

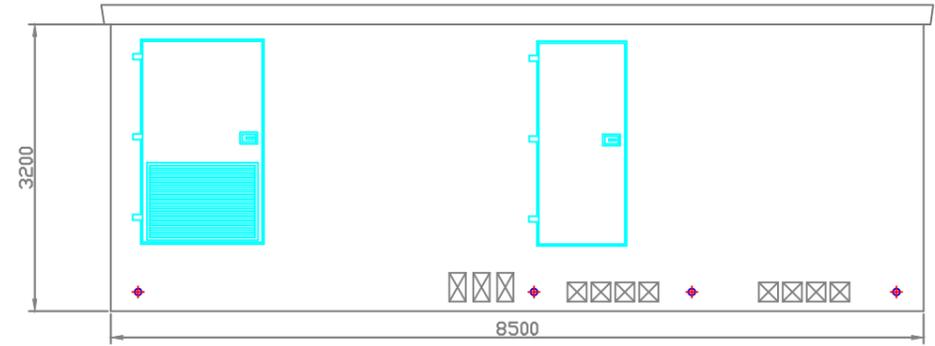
Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Ingeniero Técnico Industrial  
*Antonio Sáez López*  
**Antonio Sáez López**  
 Colegiado n° 1575 -  
 COITIAE

Fecha: **JULIO/23**      DIN: **A3**

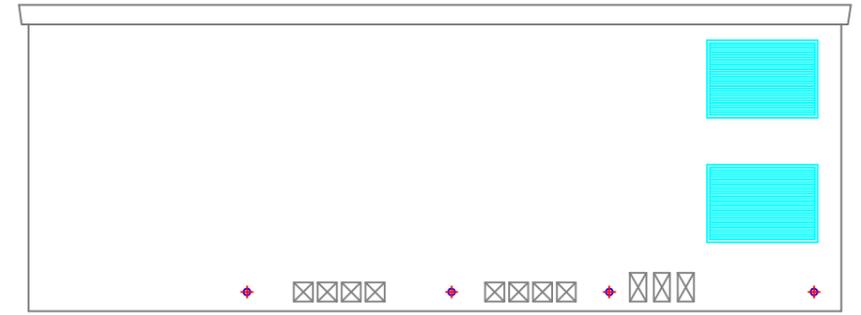
Escala: **S/E**

HOJA: **01/01**      Plano N°:

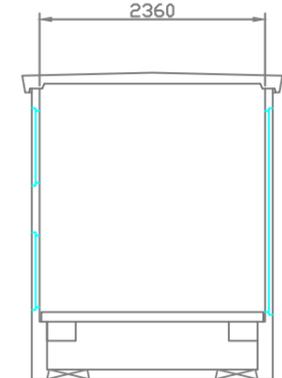
Revisión: **00**      **09**



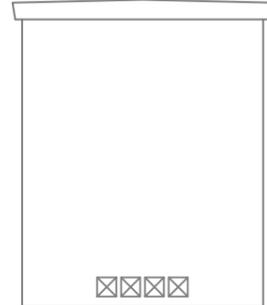
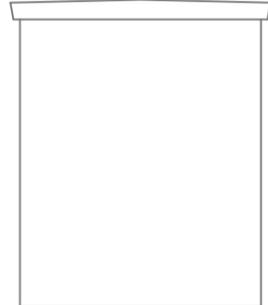
ALZADO PRINCIPAL  
8500



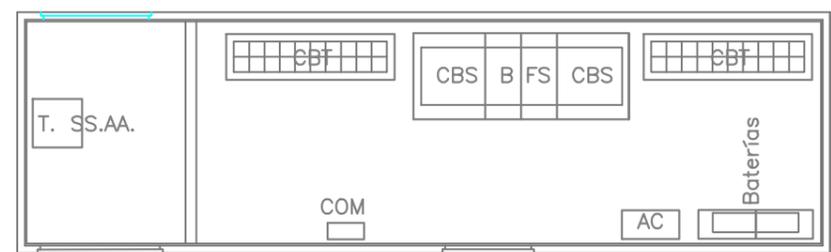
ALZADO POSTERIOR



PERFIL IZQUIERDO



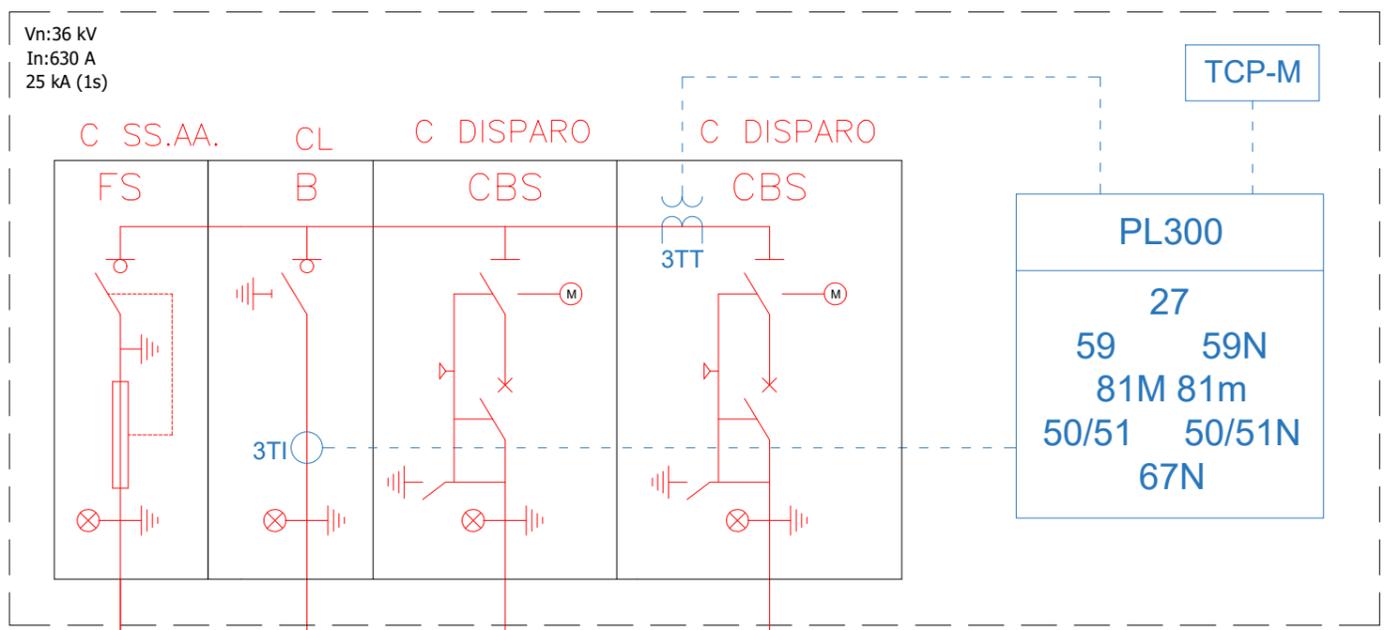
PERFIL DERECHO



LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO. Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, REPRODUCIR, COPIAR, DISTRIBUIR, ALQUILAR, CEDER, PRESTAR, OTRA FORMA DE PARTICIPACIÓN EN EL DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO. Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES. SI, EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

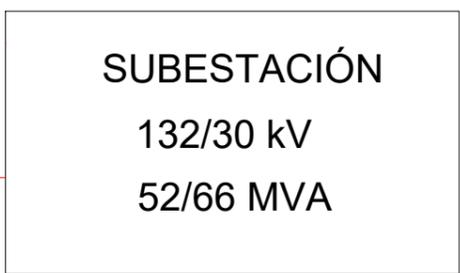
### CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



TRAF0 SS.AA.  
 50 kVA  
 30.000/400 V

TRAF0 1  
 3.300 kVA  
 0,80/30 KV

TRAF0 2  
 3.300 kVA  
 0,80/30 KV



LÍNEA MT 1  
 RH5Z1-OL (S) 18/30 KV 3x(1x150)+H16 mm2 AL  
 1.800 m

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
 PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
 Centro Transformación  
 Esquema Unifilar M.T.

Dibujado: ARLUMI RENOVABLES  
 Comprobado: VITA ENERGY  
 Aprobado: VITA ENERGY

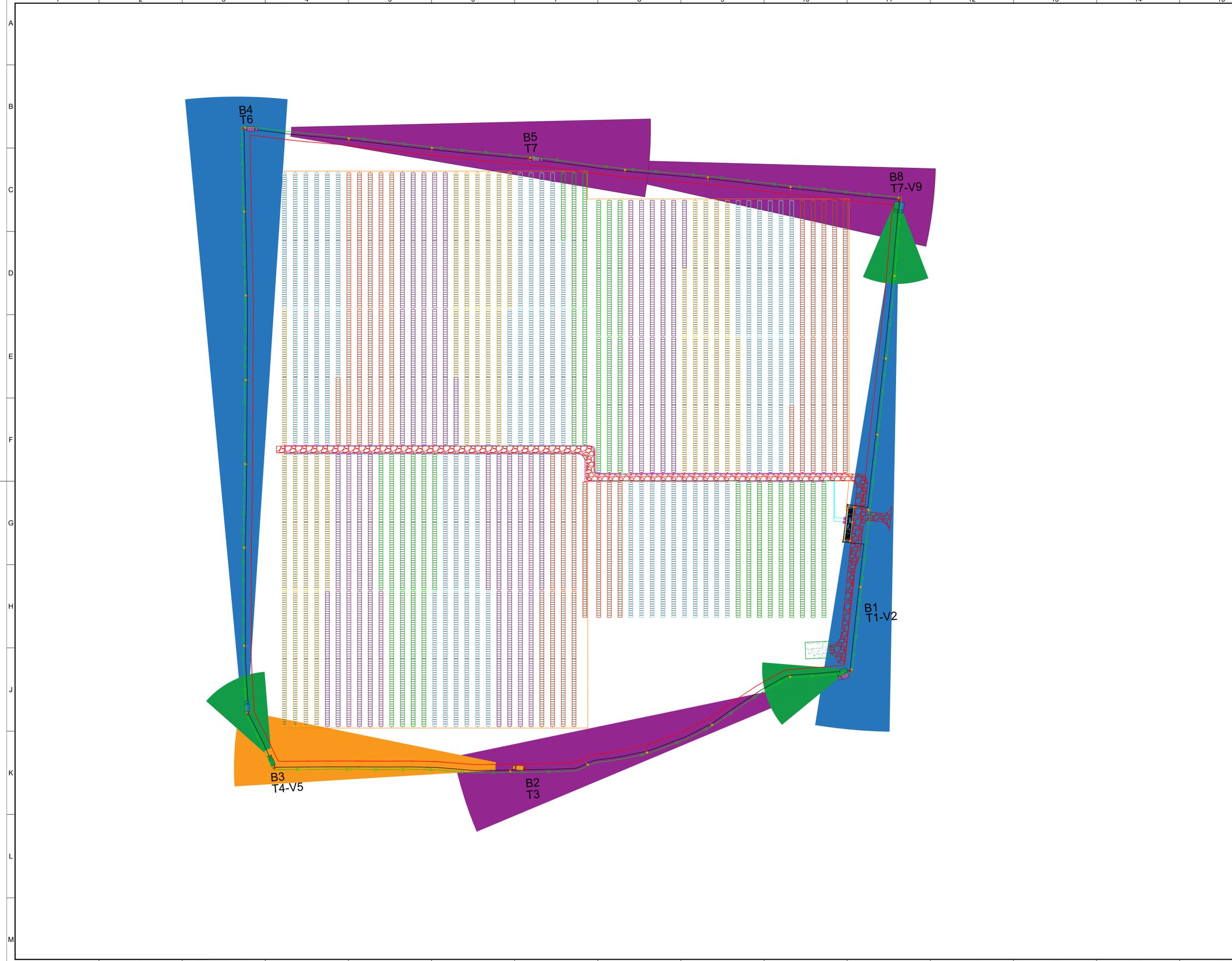
REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Ingeniero Técnico Industrial  
 Antonio Sáez López  
 Colegiado n° 1575 - COITIB

Fecha: JULIO/23  
 DIN: A3

Escala: S/E

HOJA: 01/01  
 Revisión: 00  
 Plano N°: 10



**LEYENDA**

- VALLADO
- TRACKER A 1 EJE 1V 2X30 MÓDULOS
- VIALES PFV
- PUERTA DE ACCESO A PFV

**LEYENDA VIDEOVIGILANCIA**

- Cámara térmica 35 mm (estándar)
- Cámara térmica 25 mm (estándar)
- Cámara térmica 17 mm (estándar)
- Cámara visión 2.8-12 mm (estándar)
- Cámara visión 2.8-12 mm (largo alcance)

**LEYENDA CANALIZACIÓN**

- Báculo 4 m
- Arqueta de 40x40 cm con tapa de seguridad
- Tubo corrugado Ø63 mm doble pared

**CONFIGURACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:**

Potencia instalada módulos FV	7,215 MWp
Potencia instalada inversores AC	6,34 MWac (30°)
Potencia Concedida	6,00 MWac
Seguidor monofilis 2 string (1950)	185 subs.
Nº de CTs	1 sub. (2 TRAFOS)
Nº de Inversores	58 sub. (350 kW)
Total módulos	11.100 sub. (6.50 Wp)
Pitch	6,45 m.

**LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:**

Coordenadas UTM: ETRS89 H30	X: 341.259	Y: 4.495.529
Localidad:	Pudrieros y Niharro	
Provincia:	Ávila	
País:	España	

Titular y Promotor:

**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:



PROYECTO:  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LINEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
Instalación de Seguridad.

Elaborado:	ARLUMI RENOVABLES		
Comprobado:	VITA ENERGY		
Aprobado:	FINERGE		
REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	DESARROLLO INICIAL	14/07/23	ASL
00	CORRECCIÓN A PLANO FINAL	25/09/23	ASL

Ingeniería: Ingeniero Técnico Industrial  
Antonio Sáez López  
Colegiado nº 1875 - CONTIAB

Fecha: JULIO/23      DIN: **A1**

Escala: 1:1.000     

Hoja: 01/02      Plano N°: **11**

Revisión: 00

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, REPRODUCIR, COPIAR, DISTRIBUIR, ALQUILAR, CEDER, PRESTAR, O USAR EN CUALQUIER FORMA EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE PRESENCIA DE LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

Titular y Promotor:

Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.

**finerge**

Desarrollador:

**Vita.** energy group

PROYECTO:  
 PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
 Obra Civil. Sección Vial.

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**

Comprobado: **VITA ENERGY**

Aprobado: **VITA ENERGY**

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería

Ingeniero Técnico Industrial



*Antonio Sáez López*

**Antonio Sáez López**  
 Colegiado n° 1575 -  
 COITIAB

Fecha: **JULIO/23**

DIN: **A3**

Escala: **S/E**

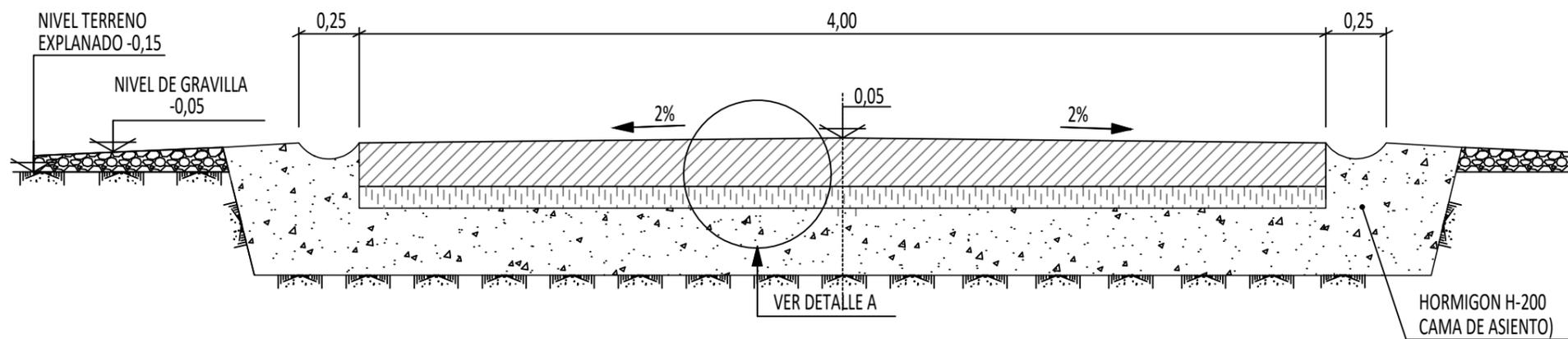


HOJA: **01/01**

Plano N°:

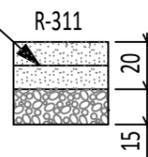
Revisión: **00**

**12**



SECCION VIAL TIPO

ME 15x15-05-5  
 AEH400N



DETALLE A

PAVIMENTO DE HORMIGON H-150  
 SUBBASE ZAHORRAS ARTIFICIALES

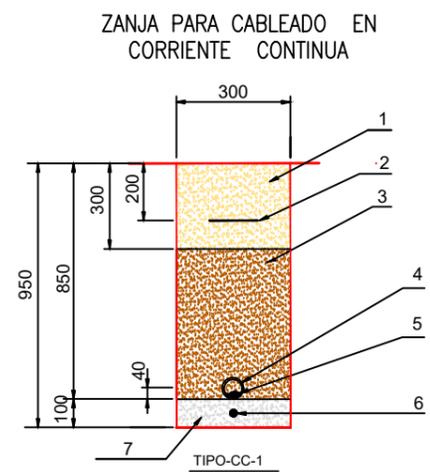
LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLORAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

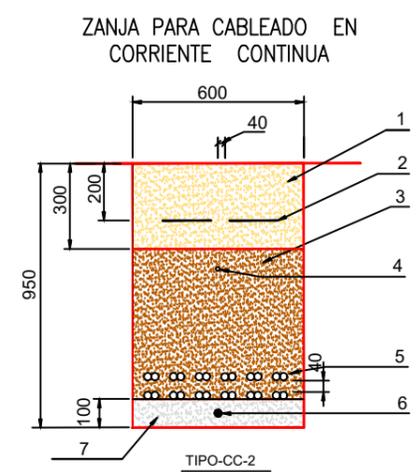
Desarrollador:  
**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"**  
**Y LINEA DE EVACUACIÓN**

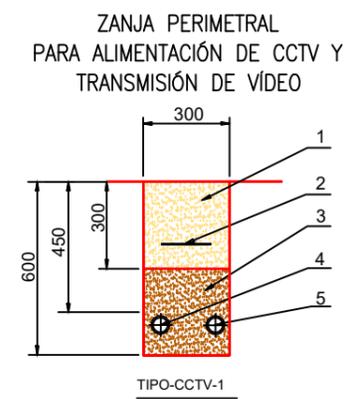
**PLANO:**  
**Obra Civil.**  
**Detalle Zanjas.**  
**Zanjas para B.T.**



Nº	DESCRIPCIÓN
1	TIERRA DE LA EXCAVACIÓN-COMPACTADO MECÁNICO
2	CINTA DE SEÑALACIÓN
3	TIERRA SELECCIONADA O IMPORTADA-COMPACTADO MANUAL
5	TUBO PE Ø 75 mm
4	CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA - DE STRINGS A INVERSOR. 2x(1x10 mm <sup>2</sup> ) Cu
6	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 50 mm <sup>2</sup>
7	ARENA CRIBADA



Nº	DESCRIPCIÓN
1	TIERRA DE LA EXCAVACIÓN- COMPACTADO MECÁNICO
2	CINTA DE SEÑALACIÓN
3	TIERRA SELECCIONADA O IMPORTADA- COMPACTADO MANUAL
4	CABLEADO ETHERNET PARA COMUNICACIONES
5	CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA - DE INVERSORES A CUADRO BT. 3x(2x300mm <sup>2</sup> ) Al
6	CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE 50 mm <sup>2</sup>
7	ARENA CRIBADA



Nº	DESCRIPCIÓN
1	TIERRA DE LA EXCAVACIÓN - COMPACTADO MECÁNICO
2	CINTA DE SEÑALACIÓN
3	TIERRA SELECCIONADA O IMPORTADA - COMPACTADO MANUAL
4	TUBO Ø 63 mm (CIRCUITO ALIMENTACIÓN DE CCTV)
5	TUBO Ø 63 mm (CIRCUITO TRANSMISIÓN DE VÍDEO)

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**  
 Comprobado: **VITA ENERGY**  
 Aprobado: **FINERGE**

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Ingeniero Técnico Industrial  
*Antonio Sáez López*  
**Antonio Sáez López**  
 Colegiado n° 1575 - COITIAE

Fecha: **JULIO/23**      DIN: **A3**

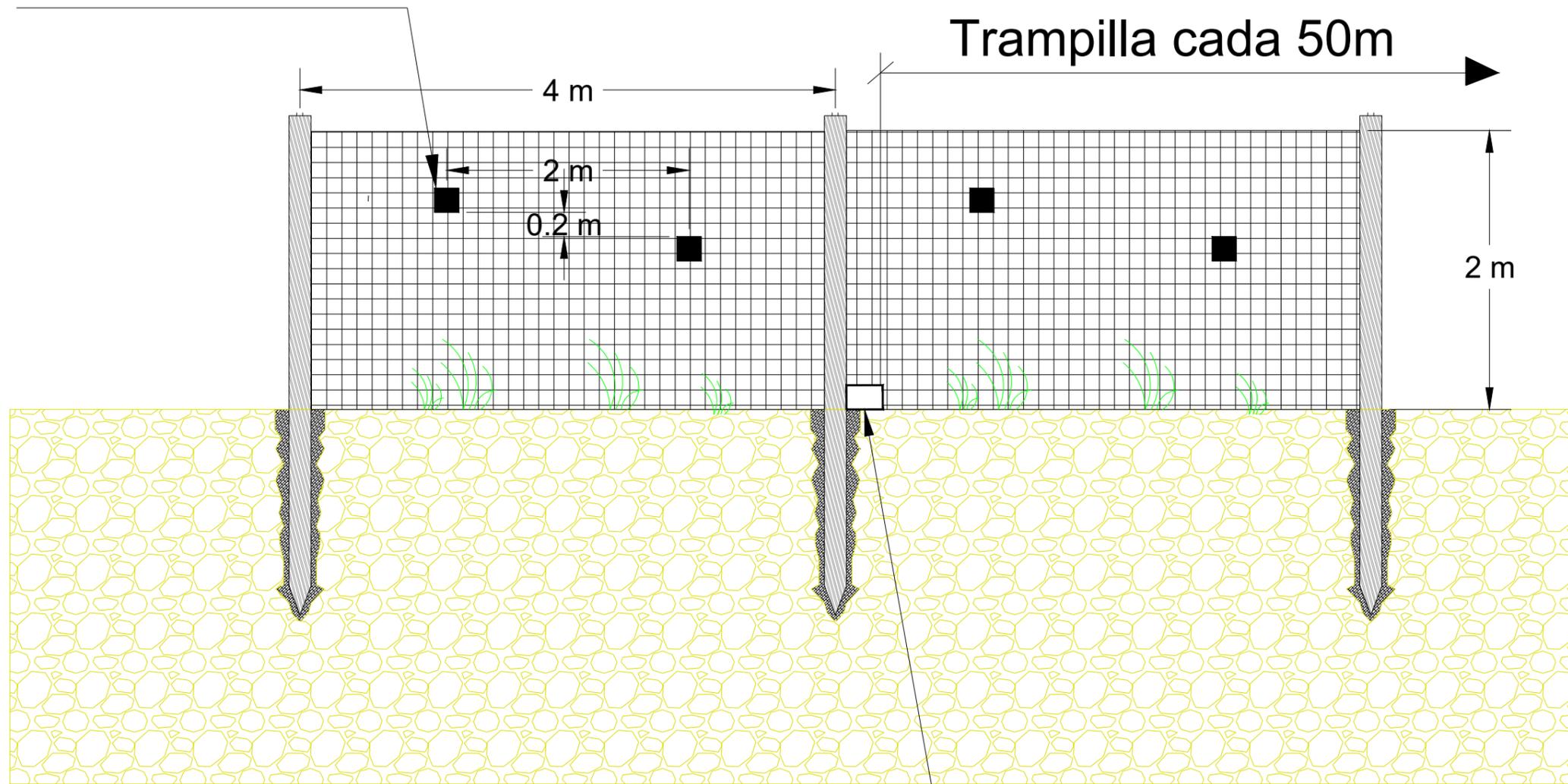
Escala: **S/E**

HOJA: **01/01**      Plano N°:  
 Revisión: **00**      **13**

# DETALLE DE VALLADO

PANELES ANTI-COLISIÓN DE AVES 20X20 cm  
CADA 2 m. EN DOS HILERAS

Trampilla cada 50m



TRAMPILLA DE SALIDA  
PARA MAMÍFEROS 30X20  
cm

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
Y LINEA DE EVACUACIÓN

PLANO:  
DETALLE DEL VALLADO DE  
PLANTA FOTOVOLTAICA

Dibujado: ARLUMI RENOVABLES  
Comprobado: VITA ENERGY  
Aprobado: VITA ENERGY

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
Ingeniero Técnico Industrial  
*Antonio Sáez López*  
Antonio Sáez López  
Colegiado n° 1575 - COITIAB

Fecha: JULIO/23  
DIN: A3

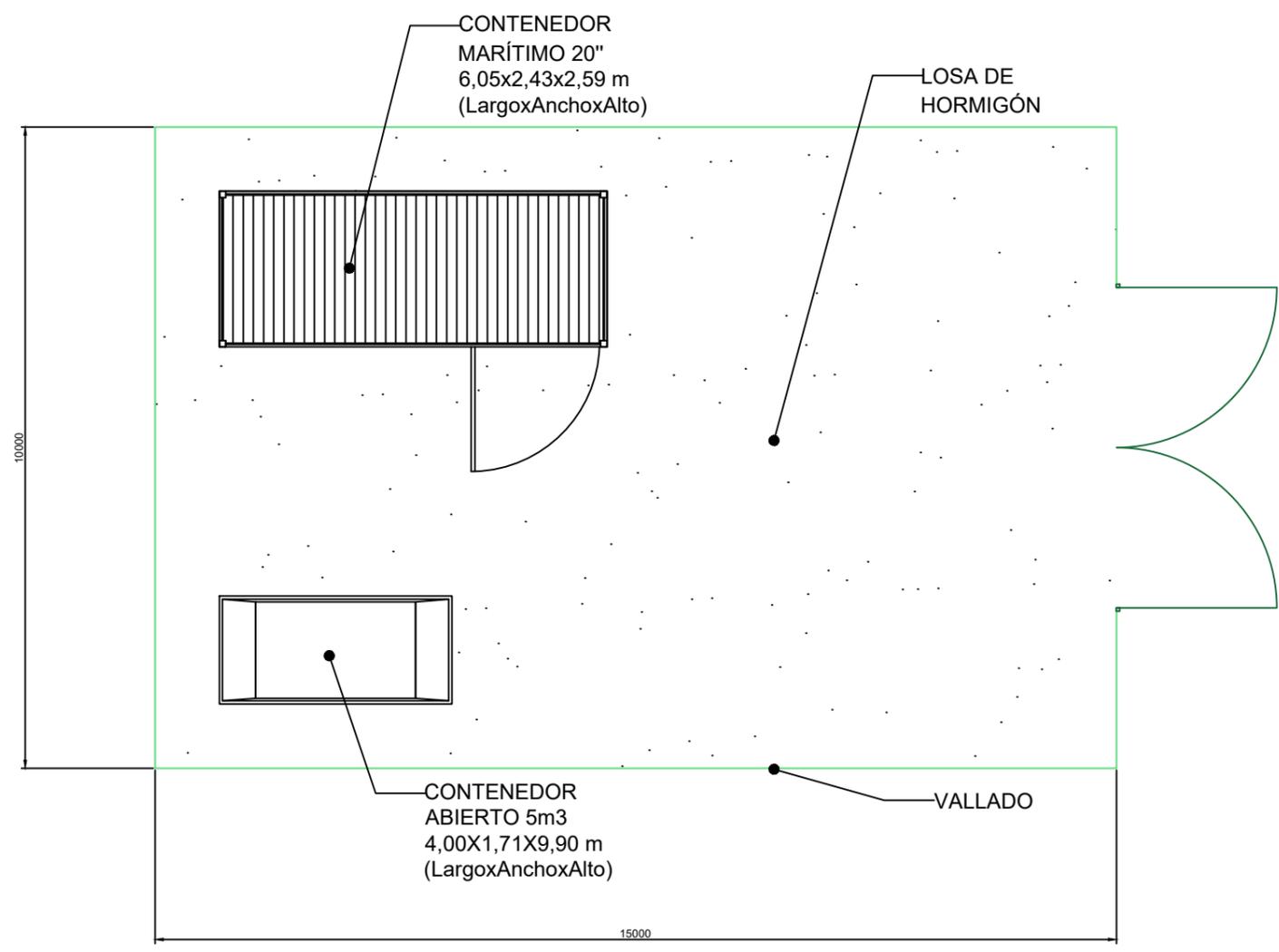
Escala: S/E  
0 20

HOJA: 01/01  
Plano N°:

Revisión: 00  
14

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDO MODIFICAR, REPRODUCIR, COPIAR, DISTRIBUIR, ALQUILAR, CEDER, PRESTAR, O USAR EN CUALQUIER FORMA EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMERCIALIZAR O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES. SI, EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.



Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
**PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"**  
**Y LINEA DE EVACUACIÓN**

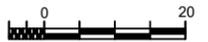
**PLANO:**  
**Pujnto Limpio.**

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**  
 Comprobado: **VITA ENERGY**  
 Aprobado: **VITA ENERGY**

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
 Ingeniero Técnico Industrial  
  
  
**Antonio Sáez López**  
 Colegiado n° 1575 - COITIAB

Fecha: **JULIO/23**      DIN: **A3**

Escala: **1:100**      

HOJA: **01/01**      Plano N°:

Revisión: **00**      **15**

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINANTEMENTE PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMUNICAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES. SI, EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.

Titular y Promotor:

Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.

**finerge**

Desarrollador:

**Vita.** energy group

PROYECTO:  
 PLANTA FOTOVOLTAICA " EL RINCÓN FV"  
 Y LÍNEA DE EVACUACIÓN.

PLANO:  
 Obra Civil.  
 Detalle Zanjas.

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**  
 Comprobado: **VITA ENERGY**  
 Aprobado: **VITA ENERGY**

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería Ingeniero Técnico Industrial

**ARLUMI** RENOVABLES *Antonio Sáez López*

**Antonio Sáez López**  
 Colegiado n° 1575 - COITIAB

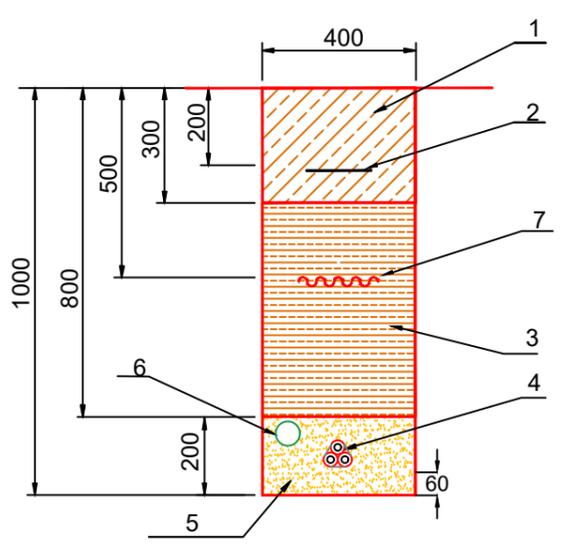
Fecha: **JULIO/23** DIN: **A3**

Escala: **S/E**

HOJA: **01/01** Plano N°:

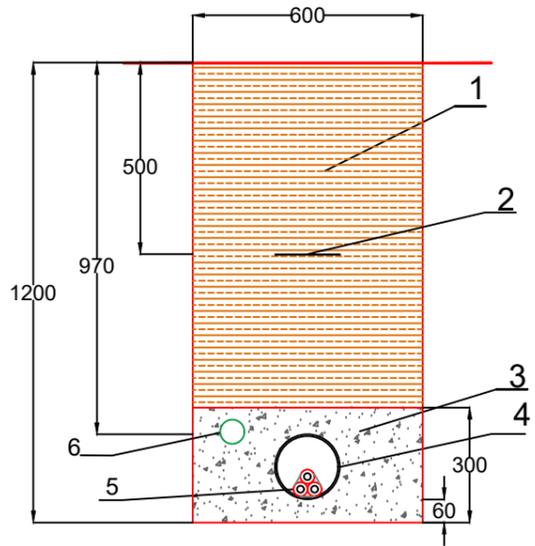
Revisión: **00** **16**

ZANJA PARA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN UN CIRCUITO



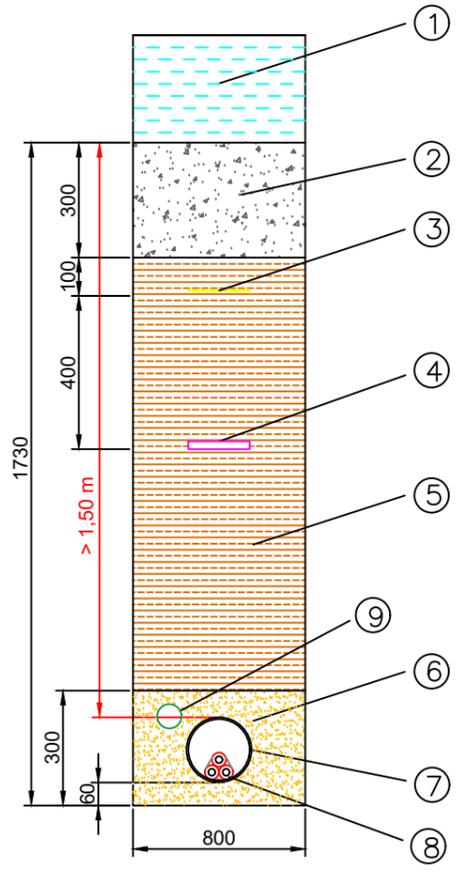
Nº	DESCRIPCIÓN
1	TIERRA DE LA EXCAVACIÓN-COMPACTADO MECÁNICO
2	CINTA DE SEÑALACIÓN
3	TIERRA SELECCIONADA O IMPORTADA-COMPACTADO MANUAL
4	CONDUCTORES UNIPOLARES AL RH5Z1-OL (S) + H16 3x(1x150mm2) Al
5	ARENA CRIBADA
6	CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA (COMUNICACIONES) TUBO 63 mm
7	PLACA DE PROTECCIÓN DE PVC

ZANJA EN CRUZAMIENTOS CON CAMINOS SIN ASFALTAR



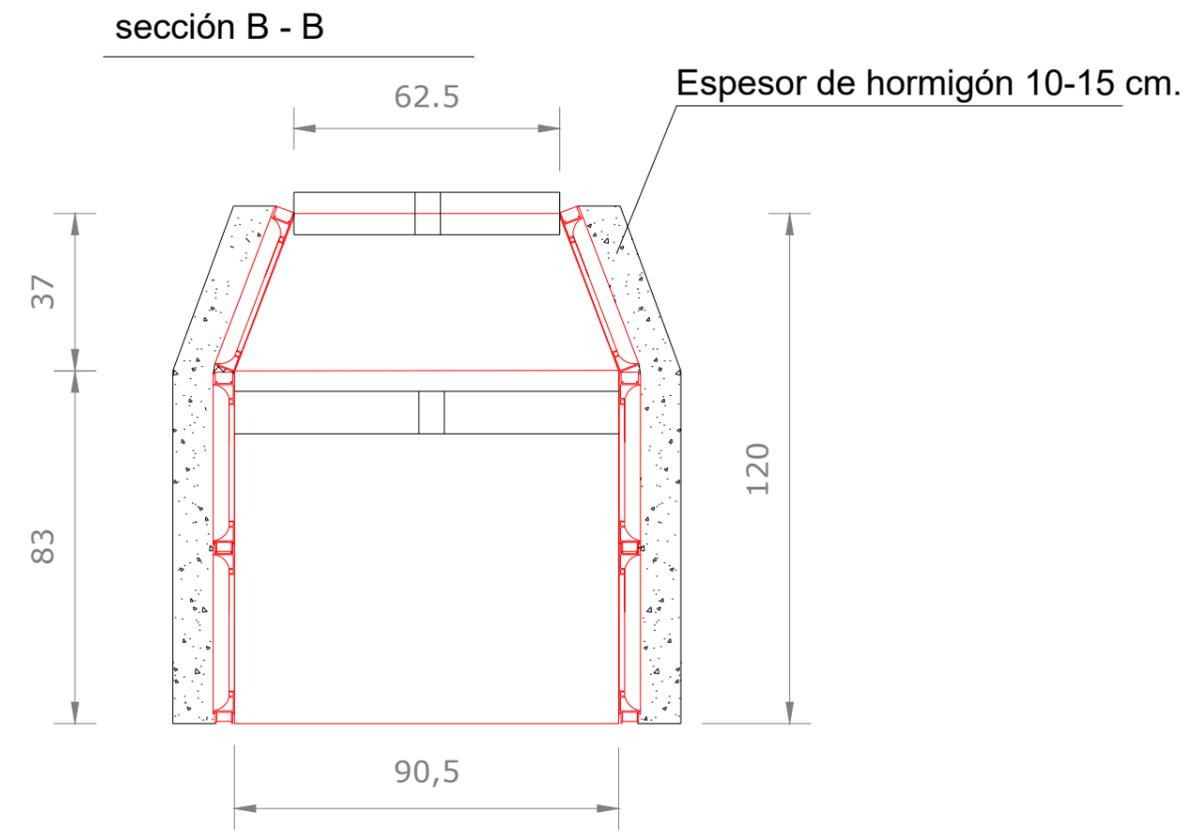
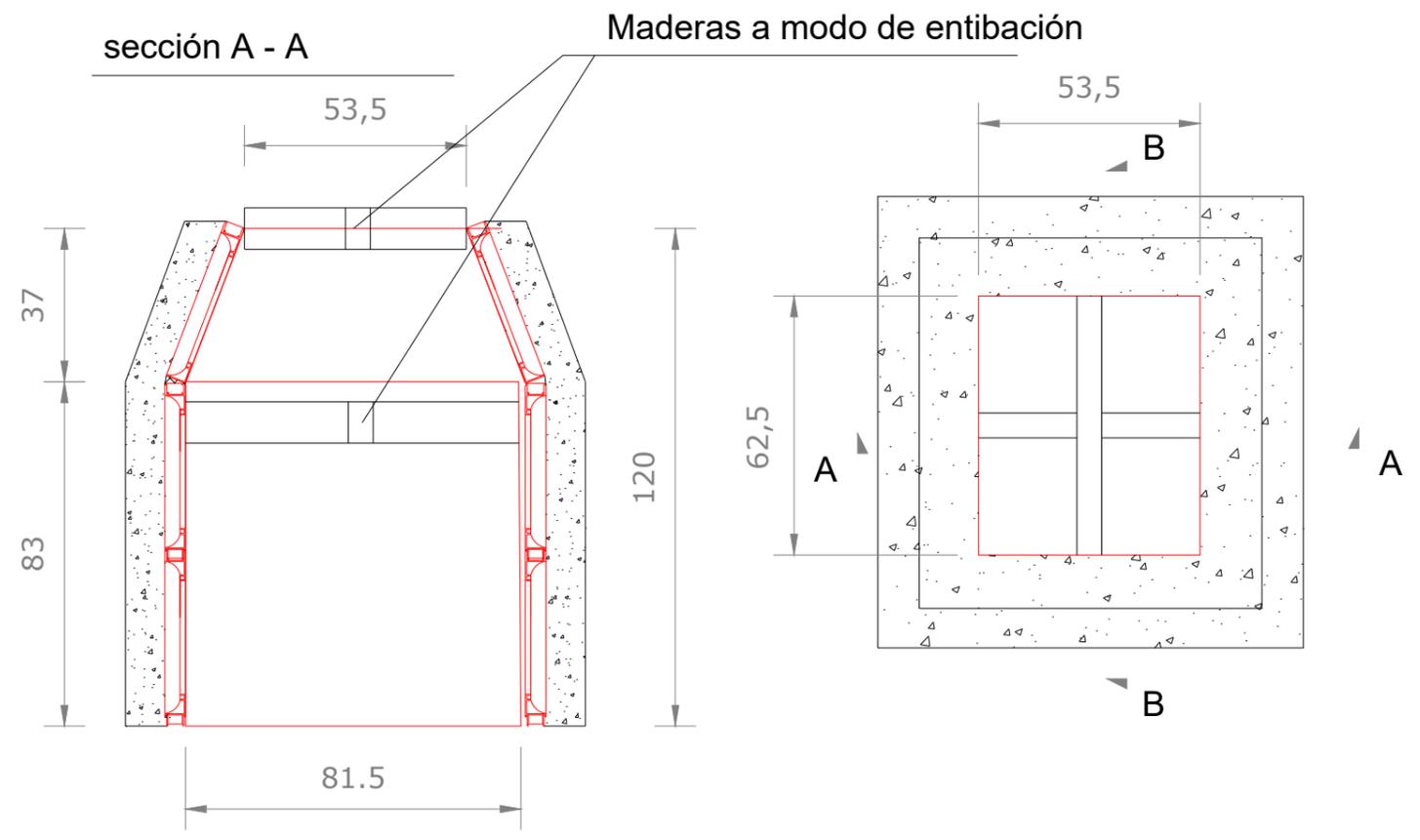
Nº	DESCRIPCIÓN
1	TIERRA SELECCIONADA O IMPORTADA-
2	CINTA DE SEÑALACIÓN
3	HORMIGONADO
4	TUBO PEDC DE 160 mm DE DIÁMETRO
5	CONDUCTORES UNIPOLARES AL RH5Z1-OL (S) + H16 3x(1x150mm2) Al
6	CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA (COMUNICACIONES) TUBO 63 mm

ZANJA DESAGÜE NATURAL



Nº	DESCRIPCIÓN
1	ARROYO, RAMBLA, ACEQUIA, ETC.
2	HORMIGÓN ARMADO
3	CINTA SEÑALIZACIÓN
4	PLACA SEÑALIZACIÓN PE
5	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACION
6	ARENA
7	TUBO PEDC 160 mm
8	CONDUCTORES UNIPOLARES AL RH5Z1-OL (S) + H16 3x(1x150mm2) Al
9	CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA (COMUNICACIONES) TUBO 63 mm

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO, Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. QUEDA TERMINantemente PROHIBIDO MODIFICAR, EXPLOTAR, REPRODUCIR, COMERCIALIZAR A TERCEROS O DISTRIBUIR TODO O PARTE DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO SIN EL CONSENTIMIENTO EXPRESO Y POR ESCRITO DE ARLUMI RENOVABLES. SI, EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD, PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA AUTORIZACIÓN PARA SU USO.



**Tipo A1**

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

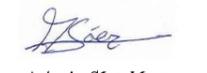
Desarrollador:  
**Vita. energy group**

PROYECTO:  
 PLANTA FOTOVOLTAICA " EL RINCÓN FV" Y LÍNEA DE EVACUACIÓN.

PLANO:  
 Obra Civil.  
 Detalle Arqueta.

Dibujado: ARLUMI RENOVABLES  
 Comprobado: VITA ENERGY  
 Aprobado: VITA ENERGY

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISEÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
 Ingeniero Técnico Industrial  
  
  
 Antonio Sáez López  
 Colegiado nº 1575 - COITIAB

Fecha: JULIO/23  
 DIN: A3

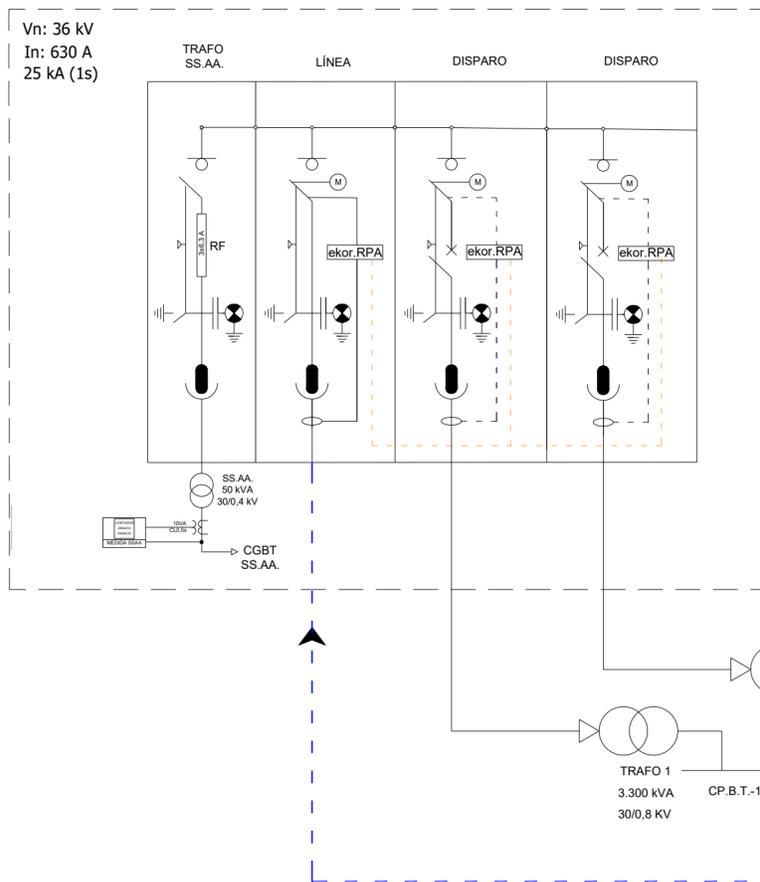
Escala: S/E  


HOJA: 01/01  
 Plano Nº:

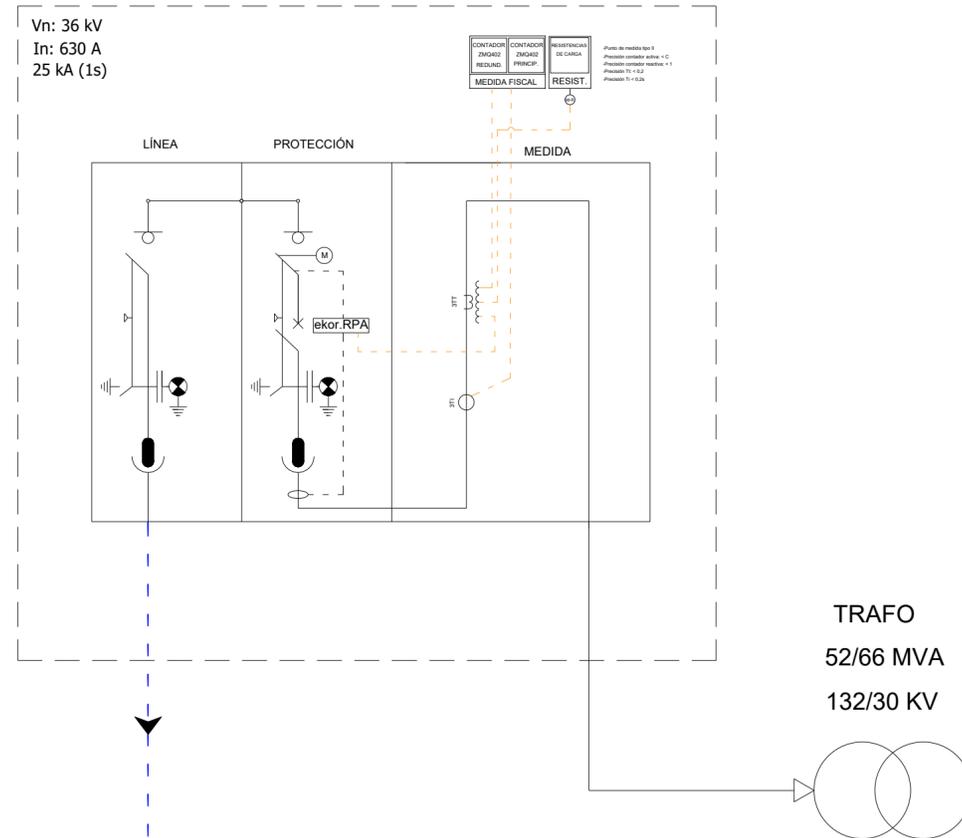
Revisión: 00  
 17

### CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Vn: 36 kV  
In: 630 A  
25 kA (1s)



### SALA DE CELDAS EN ST



LEYENDA	
	Interruptor
	Interruptor Seccionador
	Terminal Media Tensión
	Toma tierra
	Transformador Tensión
	Transformador Intensidad

Titular y Promotor:

Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.  
**finerge**

Desarrollador:

**Vita.** energy group

PROYECTO:  
PLANTA FOTOVOLTAICA " EL RINCÓN FV"  
Y LÍNEA DE EVACUACIÓN.

PLANO:  
ESQUEMA UNIFILAR.

Dibujado: ARLUMI RENOVABLES

Comprobado: VITA ENERGY

Aprobado: VITA ENERGY

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería

Ingeniero Técnico Industrial



Antonio Sáez López  
Colegiado n° 1575 - COITIAE

Fecha: JULIO/23

DIN: A2

Escala: S/E



HOJA: 01/01

Plano N°:

Revisión: 00

18

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. Queda terminantemente prohibido modificar, copiar, reproducir, distribuir o transferir todo o parte del contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGÚN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CORRESPONDIENTE SOLICITUD PODRÁ ENTENDERSE COMO UNA PRESUNTA APROBACIÓN PARA SU USO.

# DOCUMENTO N°5: PLIEGO DE CONDICIONES

---

**5.1. PLANTA FOTOVOLTAICA**

**5.2. LÍNEA EVACUACIÓN**

En Albacete, julio de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB

Antonio Sáez López

# DOCUMENTO 5.1: PLIEGO DE CONDICIONES DE PLANTA FOTOVOLTAICA

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>Pliego de condiciones generales y económicas .....</b>	<b>4</b>
1.1.	Objeto del Pliego de Condiciones .....	4
1.2.	Normativa aplicable .....	4
1.3.	Dirección facultativa .....	7
1.4.	Contratación de las obras .....	7
1.5.	Obligaciones del contratista .....	8
1.6.	Obligaciones del propietario .....	9
1.7.	Precios.....	10
1.8.	Medición y valoración.....	10
1.9.	Certificaciones .....	11
1.10.	Señalización de obras .....	12
1.11.	Conservación del paisaje y limpieza final de las obras .....	12
1.12.	Normas de carácter general .....	12
1.12.1.	Daños .....	12
1.12.2.	Transporte y almacenamiento .....	13
1.12.3.	Recepción de materiales .....	13
1.13.	Gastos de carácter general a cargo del contratista .....	13
1.14.	Contradicciones y omisiones del proyecto .....	14
<b>2.</b>	<b>Disposiciones Técnicas de los Materiales. ....</b>	<b>15</b>
2.1.	DEFINICIONES .....	15
2.1.1.	Recurso solar .....	15
2.1.2.	Instalaciones .....	15
2.1.3.	Módulos .....	16
2.1.4.	Integración arquitectónica.....	17
2.2.	DISEÑOS .....	18
2.2.1.	Diseño del generador fotovoltaico .....	18
2.2.2.	Diseño del sistema de monitorización .....	19
2.3.	Con carácter general.....	19
2.4.	Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características .....	20
2.4.1.	Generalidades .....	20
2.4.2.	Sistemas generadores fotovoltaicos .....	20
2.4.3.	Estructura soporte .....	21
2.4.4.	Inversores.....	22
2.4.5.	Cableado .....	24
2.4.6.	Conexión a red .....	24
2.4.7.	Medida y facturación .....	24
2.4.8.	Protecciones.....	24
2.4.9.	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	25
2.4.10.	Armónicos y compatibilidad electromagnética .....	25

2.4.11.	Áridos para morteros y hormigones .....	25
2.4.12.	Agua .....	25
2.4.13.	Cemento.....	26
2.4.14.	Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón.....	26
2.4.15.	Hormigones .....	26
2.4.16.	Aceros en redondos para armaduras.....	27
2.5.	Recepción Y Pruebas.....	27
2.6.	REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO. ....	28
2.6.1.	Generalidades .....	28
2.6.2.	Programa de mantenimiento.....	28
2.7.	Garantías.....	30
2.7.1.	Ámbito general de la garantía.....	30
2.7.2.	Plazos .....	30
2.7.3.	Condiciones económicas.....	30
2.7.4.	Anulación de la garantía .....	31
2.7.5.	Lugar y tiempo de la prestación.....	31

## 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

### 1.1. Objeto del Pliego de Condiciones

El presente pliego de condiciones afectará a todas las obras que comprende este proyecto.

1.1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este pliego pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

1.1.2 Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

1.1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

1.1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.1.5 Este Pliego de Condiciones Técnicas se encuentra asociado a las líneas de ayudas para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables. Determinados apartados hacen referencia a su inclusión en la Memoria a presentar con la solicitud de la ayuda, o en la Memoria de Diseño o Proyecto a presentar previamente a la verificación técnica.

### 1.2. Normativa aplicable

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

A tal fin, se incluye a continuación una relación no exhaustiva de la normativa técnica aplicable.

- REAL DECRETO 661/2007 por el que se establece la metodología para la actuación y sistematización del régimen económico y jurídico de la actividad de producción de energía en régimen especial.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18/09/02
- REAL DECRETO 1110/2007 de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- REAL DECRETO 1699/2011, conexiones de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- REAL DECRETO 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico.
- REAL DECRETO 186/2016 sobre compatibilidad electromagnética.
- REAL DECRETO 1955/2000, según el cual se regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones generadoras de energía eléctrica.
- REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- DECRETO 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos y sus modificaciones posteriores (DECRETO 114/79 de 11 de enero, por el que se reestructura el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y REAL DECRETO 256/2016 de 10 de junio por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos RC-03).
- REAL DECRETO 9/2008, del 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- Pliego de instalaciones Técnicas para Instalaciones Solares Fovovoltaicas Conectadas a Red del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE)
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta 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.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 54/1997.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 54/1997.

- 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de regulación del Sector Eléctrico, Ley 24/2013 de 26 de Diciembre.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 13-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
  - ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
  - ✓ Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra
  - ✓ Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones
  - ✓ Normas particulares de la compañía suministradora
  - ✓ Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Ley 3/1995 de Vías Pecuarias y su Reglamento 155/1998.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

También, se han aplicado las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento de la presentación del Proyecto Constructivo.

### **1.3. Dirección facultativa**

Director de Obra podrá ser aquella persona con capacidad técnico-legal completa, siendo su misión la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o mediante delegación en representantes con atribuciones para ello; pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta solución es útil y necesario para la buena marcha de las obras.

### **1.4. Contratación de las obras**

Puede ser Contratista todo español o extranjero que se halle en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, exceptuándose aquellos que:

1. Se hallen procesados.
2. Estén en suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
3. Estén en deuda con los caudales públicos.

El contrato se formalizará mediante documento público o privado a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se especificarán las particularidades que convengan a ambas partes y deberá llevar el visto bueno del Director de Obra.

Como requisito previo e indispensable a la firma del contrato, el contratista firmará al pie del pliego de condiciones del presente Proyecto.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de avales y referencias, ya sean bancarias o de otras entidades o personas.

La fianza que se exigirá al Contratista para que responda del cumplimiento del contrato, consistirá en una retención porcentual, a determinar según los casos, sobre el importe de los pagos que se establezcan en el contrato, salvo que dicho documento establezca otro procedimiento.

Ambas partes aceptan la jurisdicción de los Tribunales de esta ciudad, o superiores competentes, con arreglo a la legislación vigente y hacen renuncia expresa a todos los efectos, del fuero propio que pudiera corresponderles jurídicamente.

Con cargo a la fianza se realizarán aquellos trabajos con orden de ejecución a terceros ante la negativa del Contratista a realizar por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas; sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que dicho importe no bastase para abonar la totalidad de los gastos ocasionados.

El propietario tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Muerte o quiebra del Contratista.

2. Incumplimiento del contrato o de las condiciones estipuladas en este pliego.
3. Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director de Obra.
4. No dar comienzo a los trabajos durante el plazo señalado.
5. Abandono de la obra sin causa justificada.
6. Mala fe o morosidad en la ejecución.
7. Insubordinación o falta de observancia a las órdenes recibidas por el Director de la obra.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin que esta esté concluida.
9. Retraso notorio de la marcha de la obra sin causa justificada sobre el "Calendario de Realización" presentado por el Contratista.

En todos los casos de rescisión del contrato por incumplimiento del Contratista, llevará implícita la pérdida de la fianza, sin que se admita reclamación alguna ni otros derechos que el abono de la cantidad de obra ejecutada y de recibo de los materiales acopiados al pie de obra que, a juicio de la Dirección, reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma.

La interpretación de cuantos casos de rescisión puedan presentarse, corresponde al Director de Obra.

El Contratista, por su parte, tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Cuando las variaciones introducidas en la obra aumenten o disminuyan el importe de ésta en más de un 20% por alteración en el número o clase de unidades.
2. Cuando por razones ajenas al Contratista se pase más de un año sin poder trabajar en la obra, en una escala equivalente a la mitad de la prevista con arreglo al plazo establecido.
3. Cuando se retrase más de seis meses el pago de alguna certificación.

En el caso de rescindir, sin incumplimiento del contrato por parte del Contratista, este tendrá derecho al cobro de los gastos no resarcibles efectuados hasta la fecha de la notificación y valorados contradictoriamente más de un 30% del valor de la obra que reste por ejecutar.

Será facultativo del propietario autorizar en su caso la petición del Contratista de traspasar el contrato a otro Contratista. Igualmente, en caso de muerte o quiebra del Contratista y previa aprobación del propietario, podrán los herederos o síndicos de aquel, traspasarlos a otro Contratista. En todos los casos, ha de reunir este último las condiciones especificadas en este pliego.

### **1.5. Obligaciones del contratista**

El Contratista queda obligado a hacer todo cuanto sea necesario para la buena marcha y construcción de las obras, aun cuando no se halle taxativamente expresado en los documentos del Proyecto, pero implícito en el mismo.

El Contratista cumplirá todo lo prescrito por las Ordenanzas Municipales, Legislación del Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Protección, Seguros de Accidentes, Seguros Sociales, de Responsabilidad Civil, Criminal, de las obras y cualquier otra disposición que afecte a las obras en general.

Estas obligaciones incluyen también todas las que pudieran dictarse con carácter de obligatoriedad durante la realización de los trabajos.

El Contratista deberá presentarse en la obra siempre que lo convoque la Dirección.

De los accidentes que puedan sobrevenir de la inobservancia de las disposiciones vigentes se hará responsable el Contratista, declinando toda su responsabilidad el Director de Obra.

El personal empleado por el Contratista habrá de reunir unas mínimas condiciones de competencia y comportamiento a juicio del Director de Obra, que en todo momento podrá imponer la sustitución de aquel que no alcanzara dichos mínimos.

El Contratista confeccionará un "Calendario de Realización", a fin de cumplir el plazo de ejecución señalado en el contrato y lo someterá a la aprobación de la propiedad y de la Dirección de obra antes de comenzar los trabajos, aunque se reserve el derecho de alterarlo en caso de que lo juzgue necesario para la buena marcha de las obras.

Si las obras no se realizan por contrata, sino por gestión directa de la propiedad, ésta, independientemente de su función específica, asumirá las responsabilidades que en este pliego de condiciones sean inherentes del Contratista a quien reemplaza.

## **1.6. Obligaciones del propietario**

Se hará cargo de todas las obligaciones inherentes a su condición de propietario, corriendo de su cuenta, por tanto, todas las tramitaciones y gastos que de los diferentes conceptos se deriven.

El propietario no podrá nunca dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno de éste. En todo caso se lo hará a través de la Dirección de obra.

## **1.7. Precios**

El presupuesto del Contratista se entiende que comprende la obra completamente terminada y llevará implícito el importe de los trabajos auxiliares (limpieza del solar, vallado, etc.), y todo tipo de cargas que de ella se deriven, así como los útiles, herramientas y materiales necesarios para la completa realización de las obras.

Los precios de unidad de obra, así como los de los materiales o mano de obra de trabajos que no figuren en los cuadros de precios se fijarán contradictoriamente entre la Dirección y el Contratista, extendiéndose por duplicado el acta correspondiente.

En el caso de no llegar a un acuerdo, la Dirección podrá hacer ejecutar estas unidades en la forma que estime más conveniente. La fijación del precio contradictorio se hará antes de que se ejecute la obra a que haya de aplicarse, pero si por cualquier causa hubiera sido ejecutada, el Contratista queda obligado a aceptar el precio que señale el Director de Obra.

El Contratista no podrá reclamar variación alguna de los precios incluidos en el presupuesto aprobado, salvo variaciones oficiales.

## **1.8. Medición y valoración**

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesitan para los replanteos, serán de cuenta del Contratista, no teniendo por este concepto derecho a reclamación alguna.

Las mediciones se verificarán aplicando la unidad de medida que sea más apropiada, en la forma y condiciones que estime justa el Director de Obra y multiplicando el resultado final por el precio unitario correspondiente.

El precio por unidad de medida incluye el de los materiales, caso de haberlos, así como mano de obra y cuantos medios auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

Cuando por rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto aceptado, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionándola de otra forma que la establecida en los cuadros de composición de precios.

Las diferencias por exceso que resultan en las mediciones de las distintas unidades de obra, sobre las marcadas en los planos y el estado de mediciones aprobado no se abonarán al Contratista en ningún caso, salvo que sea aprobado por el Director de Obra. En ningún caso se admitirá que la diferencia entre la obra medida y la que figure en los planos sea por defecto.

## 1.9. Certificaciones

Las obras ejecutadas se abonarán en función de Certificaciones previamente aprobadas por el Director de Obra. Dichas Certificaciones tendrán como base la medición en obra de los trabajos ejecutados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto y a la aplicación de los precios unitarios previamente estipulados en el contrato y de acuerdo con lo previsto en el mismo y en el pliego de condiciones a estos efectos.

Del importe de cada Certificación se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las Certificaciones no tendrán más que un carácter provisional y no suponen la aprobación o recepción de las obras que en ella figuren, hasta la medición y valoración de la recepción final.

### 1.9.1. Condiciones de ejecución de las obras

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos estos materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.
- Después de ser aprobado y aceptado el material, deberá mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias.
- Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo que algún material no es idóneo al fin del proyecto, éste deberá ser sustituido por otro que sí lo sea.

#### 1.9.1.1. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación del Director de Obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.

La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por el Director de Obra. Cualquier cambio introducido deberá justificarse.

Terminadas las obras e instalaciones, se realizarán las pruebas en presencia del Director de Obra. Si el resultado no fuese satisfactorio, el Contratista habrá de ejecutar las reparaciones, reposiciones y operaciones necesarias a su costa, para que las obras de instalación se hallen en perfectas condiciones.

## **1.10. Señalización de obras**

El Contratista estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Sin perjuicio del cumplimiento por parte del Contratista de toda Reglamentación de Seguridad vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones..., tengan una presentación adecuada y decorosa.

## **1.11. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras**

El Contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje de las zonas en que se hallan las obras.

En este sentido cuidará el emplazamiento y estética de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que, las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

## **1.12. Normas de carácter general**

### **1.12.1. Daños**

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogidos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos, de tal forma que el terreno quede en las mismas condiciones que antes de comenzar.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía constructora.

### **1.12.2. Transporte y almacenamiento**

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales empleados para la construcción de la planta fotovoltaica, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces, atendiendo especialmente en el transporte de determinados materiales, como apartamenta, transformador, celdas, elementos de protección y medida, góndola y palas del aerogenerador. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento, asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tiene aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos. Los tubos de PVC deberán ser transportados entre dos personas.

### **1.12.3. Recepción de materiales**

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc; con el fin de que pueda procederse a su cambio.

## **1.13. Gastos de carácter general a cargo del contratista**

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el Contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

---

Asimismo el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.

#### **1.14. Contradicciones y omisiones del proyecto**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones se consultará al Director de Obra.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención de lo expuesto, y que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y en el Pliego de Condiciones, para conservar el espíritu de los mismos.

---

## **2. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.**

### **2.1. DEFINICIONES**

#### **2.1.1. Recurso solar.**

##### 2.1.1.1. Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

##### 2.1.1.2. Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

##### 2.1.1.3 Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>.

#### **2.1.2. Instalaciones**

##### 2.1.2.1 Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

##### 2.1.2.2 Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

##### 2.1.2.3 Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

##### 2.1.2.4 Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

##### 2.1.2.5 Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

#### 2.1.2.6 Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de placas fotovoltaicas.

#### 2.1.2.7 Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

#### 2.1.2.8 Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

#### 2.1.2.9 Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

#### 2.1.2.10 Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

### 2.1.3. Módulos

#### 2.1.3.1 Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

#### 2.1.3.2 Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

#### 2.1.3.3 Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

#### 2.1.3.4 Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25°C

#### 2.1.3.5 Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

#### 2.1.3.6 TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

### 2.1.4. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

#### 2.1.4.1 Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### 2.1.4.2 Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### 2.1.4.3 Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### 2.1.4.4 Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

2.1.4.5 La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 2.1.4, se denominara superposición y no se considerara integración arquitectónica. No se aceptaran, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

## 2.2. DISEÑOS

### 2.2.1. Diseño del generador fotovoltaico

#### 2.2.1.1 Generalidades

- El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 2.4.2.
- Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.
- En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del director de obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 2.2.1.2 Orientación e inclinación y sombras

- La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 2.1.4. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.
- Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 2.1.2, se evaluara la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria de Solicitud y reservándose el director de obra su aprobación.
- En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y las pérdidas por sombras.

## 2.2.2. Diseño del sistema de monitorización

2.2.2.1 El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionara medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos.

2.2.2.2 Los datos se presentaran en forma de medias horarias.

2.2.2.3 El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

## 2.3. Con carácter general

1. *Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.*
2. *Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).*
3. *Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.*
4. *Código Técnico de la Edificación (CTE)*
5. *Norma sismorresistente NCSE02*
6. *Disposiciones vigentes de seguridad e higiene en el trabajo y cuantas disposiciones complementarias relativas a estos Pliegos se hayan promulgado.*

## **2.4. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características**

### **2.4.1. Generalidades**

2.4.1.1. Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

2.4.1.2. La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

2.4.1.3. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

2.4.1.4. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

2.4.1.5. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

2.4.1.6. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

2.4.1.7. En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

2.4.1.8. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **2.4.2. Sistemas generadores fotovoltaicos**

2.4.2.1. Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

2.4.2.2. El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

2.4.2.3. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria de Solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el director de obra.

2.4.2.4. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

2.4.2.5. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

2.4.2.6. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

2.4.2.7. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

2.4.2.8. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

2.4.2.9. La estructura del generador se conectará a tierra.

2.4.2.10. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

### **2.4.3. Estructura soporte**

2.4.3.1. Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del Director de proyecto. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

2.4.3.2. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

2.4.3.3. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

2.4.3.4. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

2.4.3.5. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el Angulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

2.4.3.6. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

2.4.3.7. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

2.4.3.8. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojaran sombra sobre los módulos.

2.4.3.9. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustara a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

2.4.3.10. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

2.4.3.11. La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

2.4.3.12. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frio, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

2.4.3.13. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

#### **2.4.4. Inversores**

2.4.4.1. Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

2.4.4.2. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionaran en isla o modo aislado.

2.4.4.3. Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

2.4.4.4. Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

2.4.4.5. Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

2.4.4.6. Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

2.4.4.7 Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

2.4.4.8 Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: Entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

#### **2.4.5. Cableado**

2.4.5.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

2.4.5.2 Los conductores serán de cobre o aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la instalación deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

2.4.5.3 Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

2.4.5.4 Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### **2.4.6. Conexión a red**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

#### **2.4.7. Medida y facturación**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 18) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **2.4.8. Protecciones**

2.4.8.1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

2.4.8.2. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

#### **2.4.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

2.4.9.1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2.4.9.2. Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicaran en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición

2.4.9.3. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

#### **2.4.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 16) sobre armónico y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **2.4.11. Áridos para morteros y hormigones**

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente a la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EHE).

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

El tamaño máximo del árido grueso será inferior a los cuatro quintos (4/5) de la separación entre armaduras y al tercio (1/3) del ancho o espesor mínimo de la pieza que se hormigona.

#### **2.4.12. Agua**

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que se prescribe la Instrucción EHE.

No se utilizarán aguas del mar o aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones, y se rechazarán, salvo justificación especial, todas aquellas aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- Un PH 5.
- Sustancias disueltas:  $\leq 15$  g/l
- Contenido de sulfato:  $\leq 1$ g/l.

- Contenido de Ion Cloruro  $\leq 3\text{g/l}$  para hormigón armado u hormigón en masa y  $\leq 1\text{g/l}$  para hormigón pretensado.
- Hidratos de carbono: 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad:  $\leq 15\text{g/l}$ .

#### **2.4.13. Cemento**

Se usará cemento Tipo H cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-16) y las indicadas en el artículo correspondiente a la citada Instrucción EHE.

En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas, suelos con gran contenido en sulfatos, u otros cementos especiales.

#### **2.4.14. Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón**

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansionantes de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual.

Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0,5 y la proporción de expansionamiento será del 3 % del peso del cemento.

#### **2.4.15. Hormigones**

Se prevén los siguientes hormigones:

- A. Hormigón en masa HM-20 para limpieza de cimentaciones, presoleras y hormigonado de canalizaciones.
- B. Hormigón HA-25 para cimentaciones y arquetas de hormigón armado.

En cuya denominación, el número indica la resistencia característica específica del hormigón a compresión a los 28 días, expresada en  $\text{kp/cm}^2$ .

La consistencia de todos los hormigones será plástica, salvo que a la vista de ensayos al efecto, la Dirección de Obra decidiera otra cosa, lo que habría de comunicar por escrito al Contratista, quedando éste obligado al cumplimiento de las condiciones de resistencia y restantes que especifique

aquella de acuerdo con el presente Pliego. La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.

#### **2.4.16. Aceros en redondos para armaduras**

Todo el acero de este tipo será de dureza natural, tendrá un límite elástico característico como mínimo igual a cuatro mil cien kilogramos por centímetro cuadrado, 4.100 kg/cm<sup>2</sup>, (AEH-400N), y cumplirá lo previsto en la Instrucción EHE. Asimismo estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación según norma UNE 36088/II/75.

El material será acopiado en parque adecuado para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general. Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre el que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.

### **2.5. Recepción Y Pruebas.**

2.5.1. El instalador entregara al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

2.5.2. Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) estos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fabrica, de las que se levantara oportuna acta que se adjuntara con los certificados de calidad.

2.5.3. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

2.5.4. Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasara a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmara hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

2.5.5. Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

2.5.6. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

2.5.7. No obstante, el instalador quedara obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## **2.6. REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.**

### **2.6.1. Generalidades**

2.6.1.1. Se realizara un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

2.6.1.2. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

### **2.6.2. Programa de mantenimiento**

2.6.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

2.6.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

2.6.2.3. Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

2.6.2.4. Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

2.6.2.5. El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

2.6.2.6. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizaran las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos:
  - comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

2.6.2.7. Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

2.6.2.8 Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constara la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

## **2.7. Garantías**

### **2.7.1. Ámbito general de la garantía**

2.7.1.1. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

2.7.1.2. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

### **2.7.2. Plazos**

2.7.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

2.7.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

### **2.7.3. Condiciones económicas**

2.7.3.1 La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

2.7.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

2.7.3.3 Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

2.7.3.4 Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### **2.7.4. Anulación de la garantía**

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

#### **2.7.5. Lugar y tiempo de la prestación**

2.7.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicara fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicara fehacientemente al fabricante.

2.7.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

2.7.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

2.7.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios

# V.1 PLIEGO DE CONDICIONES DE PLANTA FOTOVOLTAICA

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>Pliego de condiciones generales y económicas .....</b>	<b>4</b>
1.1.	Objeto del Pliego de Condiciones .....	4
1.2.	Normativa aplicable .....	4
1.3.	Dirección facultativa .....	7
1.4.	Contratación de las obras .....	7
1.5.	Obligaciones del contratista .....	8
1.6.	Obligaciones del propietario .....	9
1.7.	Precios.....	10
1.8.	Medición y valoración.....	10
1.9.	Certificaciones .....	11
1.10.	Señalización de obras .....	12
1.11.	Conservación del paisaje y limpieza final de las obras .....	12
1.12.	Normas de carácter general .....	12
1.12.1.	Daños .....	12
1.12.2.	Transporte y almacenamiento .....	13
1.12.3.	Recepción de materiales.....	13
1.13.	Gastos de carácter general a cargo del contratista.....	13
1.14.	Contradicciones y omisiones del proyecto.....	14
<b>2.</b>	<b>Disposiciones Técnicas de los Materiales.....</b>	<b>15</b>
2.1.	DEFINICIONES .....	15
2.1.1.	Recurso solar.....	15
2.1.2.	Instalaciones .....	15
2.1.3.	Módulos .....	16
2.1.4.	Integración arquitectónica.....	17
2.2.	DISEÑOS.....	18
2.2.1.	Diseño del generador fotovoltaico .....	18
2.2.2.	Diseño del sistema de monitorización .....	19
2.3.	Con carácter general.....	19
2.4.	Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características .....	20
2.4.1.	Generalidades .....	20
2.4.2.	Sistemas generadores fotovoltaicos .....	20
2.4.3.	Estructura soporte .....	21
2.4.4.	Inversores.....	22
2.4.5.	Cableado .....	24
2.4.6.	Conexión a red .....	24
2.4.7.	Medida y facturación .....	24
2.4.8.	Protecciones.....	24
2.4.9.	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	25
2.4.10.	Armónicos y compatibilidad electromagnética .....	25

2.4.11.	Áridos para morteros y hormigones .....	25
2.4.12.	Agua .....	25
2.4.13.	Cemento.....	26
2.4.14.	Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón.....	26
2.4.15.	Hormigones.....	26
2.4.16.	Aceros en redondos para armaduras.....	27
2.5.	Recepción Y Pruebas.....	27
2.6.	REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO. ....	28
2.6.1.	Generalidades .....	28
2.6.2.	Programa de mantenimiento.....	28
2.7.	Garantías.....	30
2.7.1.	Ámbito general de la garantía.....	30
2.7.2.	Plazos .....	30
2.7.3.	Condiciones económicas.....	30
2.7.4.	Anulación de la garantía .....	31
2.7.5.	Lugar y tiempo de la prestación.....	31

## **1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS**

### **1.1. Objeto del Pliego de Condiciones**

El presente pliego de condiciones afectará a todas las obras que comprende este proyecto.

1.1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este pliego pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

1.1.2 Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

1.1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

1.1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.1.5 Este Pliego de Condiciones Técnicas se encuentra asociado a las líneas de ayudas para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables. Determinados apartados hacen referencia a su inclusión en la Memoria a presentar con la solicitud de la ayuda, o en la Memoria de Diseño o Proyecto a presentar previamente a la verificación técnica.

### **1.2. Normativa aplicable**

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

A tal fin, se incluye a continuación una relación no exhaustiva de la normativa técnica aplicable.

- REAL DECRETO 661/2007 por el que se establece la metodología para la actuación y sistematización del régimen económico y jurídico de la actividad de producción de energía en régimen especial.
- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18/09/02
- REAL DECRETO 1110/2007 de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- REAL DECRETO 1699/2011, conexiones de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- REAL DECRETO 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico.
- REAL DECRETO 186/2016 sobre compatibilidad electromagnética.
- REAL DECRETO 1955/2000, según el cual se regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones generadoras de energía eléctrica.
- REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- DECRETO 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos y sus modificaciones posteriores (DECRETO 114/79 de 11 de enero, por el que se reestructura el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y REAL DECRETO 256/2016 de 10 de junio por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos RC-03).
- REAL DECRETO 9/2008, del 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- Pliego de instalaciones Técnicas para Instalaciones Solares Fovovoltaicas Conectadas a Red del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE)
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta 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.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 54/1997.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 54/1997.

- 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de regulación del Sector Eléctrico, Ley 24/2013 de 26 de Diciembre.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 13-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
  - ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
  - ✓ Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra
  - ✓ Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones
  - ✓ Normas particulares de la compañía suministradora
  - ✓ Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Ley 3/1995 de Vías Pecuarias y su Reglamento 155/1998.
- Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

También, se han aplicado las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento de la presentación del Proyecto Constructivo.

### **1.3. Dirección facultativa**

Director de Obra podrá ser aquella persona con capacidad técnico-legal completa, siendo su misión la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o mediante delegación en representantes con atribuciones para ello; pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta solución es útil y necesario para la buena marcha de las obras.

### **1.4. Contratación de las obras**

Puede ser Contratista todo español o extranjero que se halle en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, exceptuándose aquellos que:

1. Se hallen procesados.
2. Estén en suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
3. Estén en deuda con los caudales públicos.

El contrato se formalizará mediante documento público o privado a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se especificarán las particularidades que convengan ambas partes y deberá llevar el visto bueno del Director de Obra.

Como requisito previo e indispensable a la firma del contrato, el contratista firmará al pie del pliego de condiciones del presente Proyecto.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de avales y referencias, ya sean bancarias o de otras entidades o personas.

La fianza que se exigirá al Contratista para que responda del cumplimiento del contrato, consistirá en una retención porcentual, a determinar según los casos, sobre el importe de los pagos que se establezcan en el contrato, salvo que dicho documento establezca otro procedimiento.

Ambas partes aceptan la jurisdicción de los Tribunales de esta ciudad, o superiores competentes, con arreglo a la legislación vigente y hacen renuncia expresa a todos los efectos, del fuero propio que pudiera corresponderles jurídicamente.

Con cargo a la fianza se realizarán aquellos trabajos con orden de ejecución a terceros ante la negativa del Contratista a realizar por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas; sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que dicho importe no bastase para abonar la totalidad de los gastos ocasionados.

El propietario tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Muerte o quiebra del Contratista.

2. Incumplimiento del contrato o de las condiciones estipuladas en este pliego.
3. Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director de Obra.
4. No dar comienzo a los trabajos durante el plazo señalado.
5. Abandono de la obra sin causa justificada.
6. Mala fe o morosidad en la ejecución.
7. Insubordinación o falta de observancia a las órdenes recibidas por el Director de la obra.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin que esta esté concluida.
9. Retraso notorio de la marcha de la obra sin causa justificada sobre el "Calendario de Realización" presentado por el Contratista.

En todos los casos de rescisión del contrato por incumplimiento del Contratista, llevará implícita la pérdida de la fianza, sin que se admita reclamación alguna ni otros derechos que el abono de la cantidad de obra ejecutada y de recibo de los materiales acopiados al pie de obra que, a juicio de la Dirección, reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma.

La interpretación de cuantos casos de rescisión puedan presentarse, corresponde al Director de Obra.

El Contratista, por su parte, tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Cuando las variaciones introducidas en la obra aumenten o disminuyan el importe de ésta en más de un 20% por alteración en el número o clase de unidades.
2. Cuando por razones ajenas al Contratista se pase más de un año sin poder trabajar en la obra, en una escala equivalente a la mitad de la prevista con arreglo al plazo establecido.
3. Cuando se retrase más de seis meses el pago de alguna certificación.

En el caso de rescindir, sin incumplimiento del contrato por parte del Contratista, este tendrá derecho al cobro de los gastos no resarcibles efectuados hasta la fecha de la notificación y valorados contradictoriamente más de un 30% del valor de la obra que reste por ejecutar.

Será facultativo del propietario autorizar en su caso la petición del Contratista de traspasar el contrato a otro Contratista. Igualmente, en caso de muerte o quiebra del Contratista y previa aprobación del propietario, podrán los herederos o síndicos de aquel, traspasarlos a otro Contratista. En todos los casos, ha de reunir este último las condiciones especificadas en este pliego.

### **1.5. Obligaciones del contratista**

El Contratista queda obligado a hacer todo cuanto sea necesario para la buena marcha y construcción de las obras, aun cuando no se halle taxativamente expresado en los documentos del Proyecto, pero implícito en el mismo.

El Contratista cumplirá todo lo prescrito por las Ordenanzas Municipales, Legislación del Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Protección, Seguros de Accidentes, Seguros Sociales, de Responsabilidad Civil, Criminal, de las obras y cualquier otra disposición que afecte a las obras en general.

Estas obligaciones incluyen también todas las que pudieran dictarse con carácter de obligatoriedad durante la realización de los trabajos.

El Contratista deberá presentarse en la obra siempre que lo convoque la Dirección.

De los accidentes que puedan sobrevenir de la inobservancia de las disposiciones vigentes se hará responsable el Contratista, declinando toda su responsabilidad el Director de Obra.

El personal empleado por el Contratista habrá de reunir unas mínimas condiciones de competencia y comportamiento a juicio del Director de Obra, que en todo momento podrá imponer la sustitución de aquel que no alcanzara dichos mínimos.

El Contratista confeccionará un "Calendario de Realización", a fin de cumplir el plazo de ejecución señalado en el contrato y lo someterá a la aprobación de la propiedad y de la Dirección de obra antes de comenzar los trabajos, aunque se reserve el derecho de alterarlo en caso de que lo juzgue necesario para la buena marcha de las obras.

Si las obras no se realizan por contrata, sino por gestión directa de la propiedad, ésta, independientemente de su función específica, asumirá las responsabilidades que en este pliego de condiciones sean inherentes del Contratista a quien reemplaza.

## **1.6. Obligaciones del propietario**

Se hará cargo de todas las obligaciones inherentes a su condición de propietario, corriendo de su cuenta, por tanto, todas las tramitaciones y gastos que de los diferentes conceptos se deriven.

El propietario no podrá nunca dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno de éste. En todo caso se lo hará a través de la Dirección de obra.

## **1.7. Precios**

El presupuesto del Contratista se entiende que comprende la obra completamente terminada y llevará implícito el importe de los trabajos auxiliares (limpieza del solar, vallado, etc.), y todo tipo de cargas que de ella se deriven, así como los útiles, herramientas y materiales necesarios para la completa realización de las obras.

Los precios de unidad de obra, así como los de los materiales o mano de obra de trabajos que no figuren en los cuadros de precios se fijarán contradictoriamente entre la Dirección y el Contratista, extendiéndose por duplicado el acta correspondiente.

En el caso de no llegar a un acuerdo, la Dirección podrá hacer ejecutar estas unidades en la forma que estime más conveniente. La fijación del precio contradictorio se hará antes de que se ejecute la obra a que haya de aplicarse, pero si por cualquier causa hubiera sido ejecutada, el Contratista queda obligado a aceptar el precio que señale el Director de Obra.

El Contratista no podrá reclamar variación alguna de los precios incluidos en el presupuesto aprobado, salvo variaciones oficiales.

## **1.8. Medición y valoración**

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesitan para los replanteos, serán de cuenta del Contratista, no teniendo por este concepto derecho a reclamación alguna.

Las mediciones se verificarán aplicando la unidad de medida que sea más apropiada, en la forma y condiciones que estime justa el Director de Obra y multiplicando el resultado final por el precio unitario correspondiente.

El precio por unidad de medida incluye el de los materiales, caso de haberlos, así como mano de obra y cuantos medios auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

Cuando por rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto aceptado, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionándola de otra forma que la establecida en los cuadros de composición de precios.

Las diferencias por exceso que resultan en las mediciones de las distintas unidades de obra, sobre las marcadas en los planos y el estado de mediciones aprobado no se abonarán al Contratista en ningún caso, salvo que sea aprobado por el Director de Obra. En ningún caso se admitirá que la diferencia entre la obra medida y la que figure en los planos sea por defecto.

## 1.9. Certificaciones

Las obras ejecutadas se abonarán en función de Certificaciones previamente aprobadas por el Director de Obra. Dichas Certificaciones tendrán como base la medición en obra de los trabajos ejecutados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto y a la aplicación de los precios unitarios previamente estipulados en el contrato y de acuerdo con lo previsto en el mismo y en el pliego de condiciones a estos efectos.

Del importe de cada Certificación se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las Certificaciones no tendrán más que un carácter provisional y no suponen la aprobación o recepción de las obras que en ella figuren, hasta la medición y valoración de la recepción final.

### 1.9.1. Condiciones de ejecución de las obras

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos estos materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.
- Después de ser aprobado y aceptado el material, deberá mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias.
- Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo que algún material no es idóneo al fin del proyecto, éste deberá ser sustituido por otro que sí lo sea.

#### 1.9.1.1. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación del Director de Obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.

La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por el Director de Obra. Cualquier cambio introducido deberá justificarse.

Terminadas las obras e instalaciones, se realizarán las pruebas en presencia del Director de Obra. Si el resultado no fuese satisfactorio, el Contratista habrá de ejecutar las reparaciones, reposiciones y operaciones necesarias a su costa, para que las obras de instalación se hallen en perfectas condiciones.

### **1.10. Señalización de obras**

El Contratista estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Sin perjuicio del cumplimiento por parte del Contratista de toda Reglamentación de Seguridad vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones..., tengan una presentación adecuada y decorosa.

### **1.11. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras**

El Contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje de las zonas en que se hallan las obras.

En este sentido cuidará el emplazamiento y estética de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que, las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

### **1.12. Normas de carácter general**

#### **1.12.1. Daños**

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogidos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos, de tal forma que el terreno quede en las mismas condiciones que antes de comenzar.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía constructora.

### **1.12.2. Transporte y almacenamiento**

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales empleados para la construcción de la planta fotovoltaica, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces, atendiendo especialmente en el transporte de determinados materiales, como apartamenta, transformador, celdas, elementos de protección y medida, góndola y palas del aerogenerador. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento, asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tiene aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos. Los tubos de PVC deberán ser transportados entre dos personas.

### **1.12.3. Recepción de materiales**

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc; con el fin de que pueda procederse a su cambio.

## **1.13. Gastos de carácter general a cargo del contratista**

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el Contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

---

Asimismo el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.

#### **1.14. Contradicciones y omisiones del proyecto**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones se consultará al Director de Obra.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención de lo expuesto, y que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y en el Pliego de Condiciones, para conservar el espíritu de los mismos.

---

## **2. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.**

### **2.1. DEFINICIONES**

#### **2.1.1. Recurso solar.**

##### 2.1.1.1. Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

##### 2.1.1.2. Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

##### 2.1.1.3 Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>.

#### **2.1.2. Instalaciones**

##### 2.1.2.1 Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

##### 2.1.2.2 Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

##### 2.1.2.3 Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

##### 2.1.2.4 Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

##### 2.1.2.5 Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

#### 2.1.2.6 Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de placas fotovoltaicas.

#### 2.1.2.7 Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

#### 2.1.2.8 Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

#### 2.1.2.9 Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

#### 2.1.2.10 Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

### 2.1.3. Módulos

#### 2.1.3.1 Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

#### 2.1.3.2 Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

#### 2.1.3.3 Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

#### 2.1.3.4 Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25°C

#### 2.1.3.5 Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

#### 2.1.3.6 TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20°C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

### 2.1.4. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

#### 2.1.4.1 Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

#### 2.1.4.2 Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

#### 2.1.4.3 Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

#### 2.1.4.4 Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

2.1.4.5 La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 2.1.4, se denominara superposición y no se considerara integración arquitectónica. No se aceptaran, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

## 2.2. DISEÑOS

### 2.2.1. Diseño del generador fotovoltaico

#### 2.2.1.1 Generalidades

- El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 2.4.2.
- Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.
- En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del director de obra. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

#### 2.2.1.2 Orientación e inclinación y sombras

- La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 2.1.4. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.
- Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 2.1.2, se evaluara la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria de Solicitud y reservándose el director de obra su aprobación.
- En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y las pérdidas por sombras.

## 2.2.2. Diseño del sistema de monitorización

2.2.2.1 El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo a la convocatoria, proporcionara medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos.

2.2.2.2 Los datos se presentaran en forma de medias horarias.

2.2.2.3 El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

## 2.3. Con carácter general

1. *Instrucción EHE para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.*
2. *Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).*
3. *Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.*
4. *Código Técnico de la Edificación (CTE)*
5. *Norma sismorresistente NCSE02*
6. *Disposiciones vigentes de seguridad e higiene en el trabajo y cuantas disposiciones complementarias relativas a estos Pliegos se hayan promulgado.*

## **2.4. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características**

### **2.4.1. Generalidades**

2.4.1.1. Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

2.4.1.2. La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

2.4.1.3. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

2.4.1.4. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

2.4.1.5. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

2.4.1.6. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

2.4.1.7. En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

2.4.1.8. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **2.4.2. Sistemas generadores fotovoltaicos**

2.4.2.1. Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

2.4.2.2. El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

2.4.2.3. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria de Solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el director de obra.

2.4.2.4. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

2.4.2.5. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

2.4.2.6. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

2.4.2.7. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

2.4.2.8. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

2.4.2.9. La estructura del generador se conectará a tierra.

2.4.2.10. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

### **2.4.3. Estructura soporte**

2.4.3.1. Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del Director de proyecto. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables.

2.4.3.2. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

2.4.3.3. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

2.4.3.4. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

2.4.3.5. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el Angulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

2.4.3.6. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

2.4.3.7. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

2.4.3.8. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojaran sombra sobre los módulos.

2.4.3.9. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustara a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

2.4.3.10. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

2.4.3.11. La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

2.4.3.12. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frio, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

2.4.3.13. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

#### **2.4.4. Inversores**

2.4.4.1. Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

2.4.4.2. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionaran en isla o modo aislado.

2.4.4.3. Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

2.4.4.4. Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

2.4.4.5. Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

2.4.4.6. Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

2.4.4.7 Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

2.4.4.8 Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: Entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

#### **2.4.5. Cableado**

2.4.5.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

2.4.5.2 Los conductores serán de cobre o aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la instalación deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

2.4.5.3 Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

2.4.5.4 Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### **2.4.6. Conexión a red**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

#### **2.4.7. Medida y facturación**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 18) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **2.4.8. Protecciones**

2.4.8.1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

2.4.8.2. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

#### **2.4.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas**

2.4.9.1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2.4.9.2. Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicaran en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición

2.4.9.3. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

#### **2.4.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 16) sobre armónico y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **2.4.11. Áridos para morteros y hormigones**

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente a la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EHE).

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

El tamaño máximo del árido grueso será inferior a los cuatro quintos (4/5) de la separación entre armaduras y al tercio (1/3) del ancho o espesor mínimo de la pieza que se hormigona.

#### **2.4.12. Agua**

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que se prescribe la Instrucción EHE.

No se utilizarán aguas del mar o aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones, y se rechazarán, salvo justificación especial, todas aquellas aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- Un PH 5.
- Sustancias disueltas:  $\leq 15$  g/l
- Contenido de sulfato:  $\leq 1$ g/l.

- Contenido de Ion Cloruro  $\leq 3\text{g/l}$  para hormigón armado u hormigón en masa y  $\leq 1\text{g/l}$  para hormigón pretensado.
- Hidratos de carbono: 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad:  $\leq 15\text{g/l}$ .

#### **2.4.13. Cemento**

Se usará cemento Tipo H cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-16) y las indicadas en el artículo correspondiente a la citada Instrucción EHE.

En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas, suelos con gran contenido en sulfatos, u otros cementos especiales.

#### **2.4.14. Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón**

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansionantes de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual.

Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0,5 y la proporción de expansionamiento será del 3 % del peso del cemento.

#### **2.4.15. Hormigones**

Se prevén los siguientes hormigones:

- A. Hormigón en masa HM-20 para limpieza de cimentaciones, presoleras y hormigonado de canalizaciones.
- B. Hormigón HA-25 para cimentaciones y arquetas de hormigón armado.

En cuya denominación, el número indica la resistencia característica específica del hormigón a compresión a los 28 días, expresada en  $\text{kp/cm}^2$ .

La consistencia de todos los hormigones será plástica, salvo que a la vista de ensayos al efecto, la Dirección de Obra decidiera otra cosa, lo que habría de comunicar por escrito al Contratista, quedando éste obligado al cumplimiento de las condiciones de resistencia y restantes que especifique

aquella de acuerdo con el presente Pliego. La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.

#### **2.4.16. Aceros en redondos para armaduras**

Todo el acero de este tipo será de dureza natural, tendrá un límite elástico característico como mínimo igual a cuatro mil cien kilogramos por centímetro cuadrado, 4.100 kg/cm<sup>2</sup>, (AEH-400N), y cumplirá lo previsto en la Instrucción EHE. Asimismo estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación según norma UNE 36088/II/75.

El material será acopiado en parque adecuado para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general. Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre el que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.

### **2.5. Recepción Y Pruebas.**

2.5.1. El instalador entregara al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

2.5.2. Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) estos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fabrica, de las que se levantara oportuna acta que se adjuntara con los certificados de calidad.

2.5.3. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

2.5.4. Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasara a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmara hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

2.5.5. Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

2.5.6. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

2.5.7. No obstante, el instalador quedara obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## **2.6. REQUERIMIENTOS TECNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.**

### **2.6.1. Generalidades**

2.6.1.1. Se realizara un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

2.6.1.2. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

### **2.6.2. Programa de mantenimiento**

2.6.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

2.6.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

2.6.2.3. Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

2.6.2.4. Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

2.6.2.5. El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

2.6.2.6. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizaran las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos:
  - comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

2.6.2.7. Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

2.6.2.8 Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constara la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

## **2.7. Garantías**

### **2.7.1. Ámbito general de la garantía**

2.7.1.1. Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

2.7.1.2. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

### **2.7.2. Plazos**

2.7.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

2.7.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

### **2.7.3. Condiciones económicas**

2.7.3.1 La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

2.7.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

2.7.3.3 Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

2.7.3.4 Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

#### **2.7.4. Anulación de la garantía**

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

#### **2.7.5. Lugar y tiempo de la prestación**

2.7.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicara fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicara fehacientemente al fabricante.

2.7.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

2.7.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

2.7.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios

# DOCUMENTO 5.2: PLIEGO DE CONDICIONES DE LÍNEA DE EVACUACIÓN

---

En Albacete, julio del 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

<b>1. .... PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS.....</b>	<b>4</b>
1.1. Objeto del Pliego de Condiciones .....	4
1.2. Normativa aplicable.....	4
1.3. Dirección facultativa .....	5
1.4. Contratación de las obras.....	6
1.5. Obligaciones del contratista .....	7
1.6. Obligaciones del propietario .....	8
1.7. Precios.....	8
1.8. Medición y valoración.....	8
1.9. Certificaciones .....	10
1.9.1. Condiciones de ejecución de las obras.....	10
1.9.2. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras .....	10
1.10. Señalización de obras.....	10
1.11. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras.....	11
1.12. Normas de carácter general .....	11
1.12.1. Daños .....	11
1.12.2. Transporte y almacenamiento.....	11
1.12.3. Recepción de materiales .....	12
1.13. Gastos de carácter general a cargo del contratista.....	12
1.14. Contradicciones y omisiones del proyecto.....	12
<b>2. .... DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>14</b>
1.15. Calidad de los materiales. ....	14
1.15.1. Conductores. ....	14
1.15.2. Botellas terminales .....	14
1.15.3. Conexiones. ....	14
1.16. Tendido, Terminales, Empalmes, Protecciones, Cruzamientos y Paralelismos. ....	14

---

1.16.1.	Tendido.....	14
1.16.2.	Terminales y Empalmes.....	16
1.16.3.	Cruzamientos y paralelismos.....	16
<b>1.17.</b>	<b>Ejecución de las obras.....</b>	<b>17</b>
1.17.1.	Zanjas.....	17

## 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

### 1.1. Objeto del Pliego de Condiciones

El presente pliego de condiciones afectará a todas las obras que comprende este proyecto.

1.1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este pliego pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

1.1.2 Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

1.1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

1.1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.1.5 Este Pliego de Condiciones Técnicas se encuentra asociado a las líneas de ayudas para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables. Determinados apartados hacen referencia a su inclusión en la Memoria a presentar con la solicitud de la ayuda, o en la Memoria de Diseño o Proyecto a presentar previamente a la verificación técnica.

### 1.2. Normativa aplicable

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

- 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.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. 224 de 18/09/02.
- REAL DECRETO 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico.
- REAL DECRETO 186/2016 sobre compatibilidad electromagnética.
- DECRETO 1964/75 de 23 de mayo por el que se aprueba el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos y sus modificaciones posteriores (DECRETO 114/79 de 11 de enero, por el que se reestructura el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos y REAL DECRETO 256/2016 de 10 de junio por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos RC-03).
- REAL DECRETO 9/2008, del 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
  
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta 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.
  - Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 54/1997.
  - Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 54/1997.
  - 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. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
  - Ley de regulación del Sector Eléctrico, Ley 24/2013 de 26 de Diciembre.
  - NTE-IEP. Norma tecnológica del 13-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
  - Normas UNE y recomendaciones UNESA.
    - ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
    - ✓ Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra
    - ✓ Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones
    - ✓ Normas particulares de la compañía suministradora
    - ✓ Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones
  - Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
  - Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
  - Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
  - Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
  - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
  - Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

También, se han aplicado las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD.

Además, se contemplarán todas aquellas normas que, por la pertenencia de España a la Comunidad Económica Europea, sean de obligado cumplimiento en el momento de la presentación del Proyecto Constructivo.

### 1.3. Dirección facultativa

Director de Obra podrá ser aquella persona con capacidad técnico-legal completa, siendo su misión la

dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o mediante delegación en representantes con atribuciones para ello; pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta solución es útil y necesario para la buena marcha de las obras.

#### **1.4. Contratación de las obras**

Puede ser Contratista todo español o extranjero que se halle en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, exceptuándose aquellos que:

1. Se hallen procesados.
2. Estén en suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
3. Estén en deuda con los caudales públicos.

El contrato se formalizará mediante documento público o privado a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se especificarán las particularidades que convengan a ambas partes y deberá llevar el visto bueno del Director de Obra.

Como requisito previo e indispensable a la firma del contrato, el contratista firmará al pie del pliego de condiciones del presente Proyecto.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de avales y referencias, ya sean bancarias o de otras entidades o personas.

La fianza que se exigirá al Contratista para que responda del cumplimiento del contrato, consistirá en una retención porcentual, a determinar según los casos, sobre el importe de los pagos que se establezcan en el contrato, salvo que dicho documento establezca otro procedimiento.

Ambas partes aceptan la jurisdicción de los Tribunales de esta ciudad, o superiores competentes, con arreglo a la legislación vigente y hacen renuncia expresa a todos los efectos, del fuero propio que pudiera corresponderles jurídicamente.

Con cargo a la fianza se realizarán aquellos trabajos con orden de ejecución a terceros ante la negativa del Contratista a realizar por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas; sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que dicho importe no bastase para abonar la totalidad de los gastos ocasionados.

El propietario tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Muerte o quiebra del Contratista.
2. Incumplimiento del contrato o de las condiciones estipuladas en este pliego.
3. Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director de Obra.
4. No dar comienzo a los trabajos durante el plazo señalado.
5. Abandono de la obra sin causa justificada.
6. Mala fe o morosidad en la ejecución.

7. Insubordinación o falta de observancia a las órdenes recibidas por el Director de la obra.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin que esta esté concluida.
9. Retraso notorio de la marcha de la obra sin causa justificada sobre el "Calendario de Realización" presentado por el Contratista.

En todos los casos de rescisión del contrato por incumplimiento del Contratista, llevará implícita la pérdida de la fianza, sin que se admita reclamación alguna ni otros derechos que el abono de la cantidad de obra ejecutada y de recibo de los materiales acopiados al pie de obra que, a juicio de la Dirección, reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma.

La interpretación de cuantos casos de rescisión puedan presentarse, corresponde al Director de Obra. El Contratista, por su parte, tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

1. Cuando las variaciones introducidas en la obra aumenten o disminuyan el importe de ésta en más de un 20% por alteración en el número o clase de unidades.
2. Cuando por razones ajenas al Contratista se pase más de un año sin poder trabajar en la obra, en una escala equivalente a la mitad de la prevista con arreglo al plazo establecido.
3. Cuando se retrase más de seis meses el pago de alguna certificación.

En el caso de rescindir, sin incumplimiento del contrato por parte del Contratista, este tendrá derecho al cobro de los gastos no resarcibles efectuados hasta la fecha de la notificación y valorados contradictoriamente más de un 30% del valor de la obra que reste por ejecutar.

Será facultativo del propietario autorizar en su caso la petición del Contratista de traspasar el contrato a otro Contratista. Igualmente, en caso de muerte o quiebra del Contratista y previa aprobación del propietario, podrán los herederos o síndicos de aquel, traspasarlos a otro Contratista. En todos los casos, ha de reunir este último las condiciones especificadas en este pliego.

### **1.5. Obligaciones del contratista**

El Contratista queda obligado a hacer todo cuanto sea necesario para la buena marcha y construcción de las obras, aun cuando no se halle taxativamente expresado en los documentos del Proyecto, pero implícito en el mismo.

El Contratista cumplirá todo lo prescrito por las Ordenanzas Municipales, Legislación del Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Protección, Seguros de Accidentes, Seguros Sociales, de Responsabilidad Civil, Criminal, de las obras y cualquier otra disposición que afecte a las obras en general.

Estas obligaciones incluyen también todas las que pudieran dictarse con carácter de obligatoriedad durante la realización de los trabajos.

El Contratista deberá presentarse en la obra siempre que lo convoque la Dirección.

De los accidentes que puedan sobrevenir de la inobservancia de las disposiciones vigentes se hará responsable el Contratista, declinando toda su responsabilidad el Director de Obra.

El personal empleado por el Contratista habrá de reunir unas mínimas condiciones de competencia y comportamiento a juicio del Director de Obra, que en todo momento podrá imponer la sustitución de aquel que no alcanzara dichos mínimos.

El Contratista confeccionará un "Calendario de Realización", a fin de cumplir el plazo de ejecución señalado en el contrato y lo someterá a la aprobación de la propiedad y de la Dirección de obra antes de comenzar los trabajos, aunque se reserve el derecho de alterarlo en caso de que lo juzgue necesario para la buena marcha de las obras.

Si las obras no se realizan por contrata, sino por gestión directa de la propiedad, ésta, independientemente de su función específica, asumirá las responsabilidades que en este pliego de condiciones sean inherentes del Contratista a quien reemplaza.

### **1.6. Obligaciones del propietario**

Se hará cargo de todas las obligaciones inherentes a su condición de propietario, corriendo de su cuenta, por tanto, todas las tramitaciones y gastos que de los diferentes conceptos se deriven.

El propietario no podrá nunca dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno de éste. En todo caso se lo hará a través de la Dirección de obra.

### **1.7. Precios**

El presupuesto del Contratista se entiende que comprende la obra completamente terminada y llevará implícito el importe de los trabajos auxiliares (limpieza del solar, vallado, etc.), y todo tipo de cargas que de ella se deriven, así como los útiles, herramientas y materiales necesarios para la completa realización de las obras.

Los precios de unidad de obra, así como los de los materiales o mano de obra de trabajos que no figuren en los cuadros de precios se fijarán contradictoriamente entre la Dirección y el Contratista, extendiéndose por duplicado el acta correspondiente.

En el caso de no llegar a un acuerdo, la Dirección podrá hacer ejecutar estas unidades en la forma que estime más conveniente. La fijación del precio contradictorio se hará antes de que se ejecute la obra a que haya de aplicarse, pero si por cualquier causa hubiera sido ejecutada, el Contratista queda obligado a aceptar el precio que señale el Director de Obra.

El Contratista no podrá reclamar variación alguna de los precios incluidos en el presupuesto aprobado, salvo variaciones oficiales.

### **1.8. Medición y valoración**

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesitan para los replanteos, serán de cuenta del Contratista, no teniendo por este concepto derecho a reclamación alguna.

Las mediciones se verificarán aplicando la unidad de medida que sea más apropiada, en la forma y condiciones que estime justa el Director de Obra y multiplicando el resultado final por el precio unitario correspondiente.

El precio por unidad de medida incluye el de los materiales, caso de haberlos, así como mano de obra y cuantos medios auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

Cuando por rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto aceptado, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionándola de otra forma que la establecida en los cuadros de composición de precios.

Las diferencias por exceso que resultan en las mediciones de las distintas unidades de obra, sobre las marcadas en los planos y el estado de mediciones aprobado no se abonarán al Contratista en ningún caso, salvo que sea aprobado por el Director de Obra. En ningún caso se admitirá que la diferencia entre la obra medida y la que figure en los planos sea por defecto.

## **1.9. Certificaciones**

Las obras ejecutadas se abonarán en función de Certificaciones previamente aprobadas por el Director de Obra. Dichas Certificaciones tendrán como base la medición en obra de los trabajos ejecutados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto y a la aplicación de los precios unitarios previamente estipulados en el contrato y de acuerdo con lo previsto en el mismo y en el pliego de condiciones a estos efectos.

Del importe de cada Certificación se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las Certificaciones no tendrán más que un carácter provisional y no suponen la aprobación o recepción de las obras que en ella figuren, hasta la medición y valoración de la recepción final.

### **1.9.1. Condiciones de ejecución de las obras**

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos estos materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.
- Después de ser aprobado y aceptado el material, deberá mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias.
- Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo que algún material no es idóneo al fin del proyecto, éste deberá ser sustituido por otro que sí lo sea.

### **1.9.2. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras**

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación del Director de Obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.

La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por el Director de Obra. Cualquier cambio introducido deberá justificarse.

Terminadas las obras e instalaciones, se realizarán las pruebas en presencia del Director de Obra. Si el resultado no fuese satisfactorio, el Contratista habrá de ejecutar las reparaciones, reposiciones y operaciones necesarias a su costa, para que las obras de instalación se hallen en perfectas condiciones.

## **1.10. Señalización de obras**

El Contratista estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la

ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso, las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Sin perjuicio del cumplimiento por parte del Contratista de toda Reglamentación de Seguridad vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones..., tengan una presentación adecuada y decorosa.

### **1.11. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras**

El Contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje de las zonas en que se hallan las obras.

En este sentido cuidará el emplazamiento y estética de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma, deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que, las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

### **1.12. Normas de carácter general**

#### **1.12.1. Daños**

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogidos y retirándolos a vertederos o lugares de recogida de residuos, de tal forma que el terreno quede en las mismas condiciones que antes de comenzar.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía constructora.

#### **1.12.2. Transporte y almacenamiento**

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales empleados para la construcción de la planta fotovoltaica, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces, atendiendo especialmente en el transporte de determinados materiales, como apartamenta, transformador, celdas, elementos de protección y medida, góndola y palas del aerogenerador. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la

superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento, asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tiene aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos. Los tubos de PVC deberán ser transportados entre dos personas.

### **1.12.3. Recepción de materiales**

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc; con el fin de que pueda procederse a su cambio.

### **1.13. Gastos de carácter general a cargo del contratista**

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontado y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el Contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

Asimismo el Contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.

### **1.14. Contradicciones y omisiones del proyecto**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones se consultará al Director de Obra.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención de lo expuesto, y que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los

---

Planos y en el Pliego de Condiciones, para conservar el espíritu de los mismos.

## **2. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES**

### **1.15. Calidad de los materiales.**

#### **1.15.1. Conductores.**

El conductor a emplear será de Aluminio (Al-RH5Z1-OL (S) 3x(1x150) + Al H16 mm<sup>2</sup>) indicado en el proyecto.

#### **1.15.2. Botellas terminales**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra, o en su defecto el fabricante del cable o en las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar la humedad, así como el relleno de las botellas, realizándose esta con calentamiento previo de la b botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Así mismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnados, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

#### **1.15.3. Conexiones.**

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos en las paredes del centro de transformación y en la Subestación, y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de las botellas terminales y cable.

Así mismo, se procurará que queden completamente horizontales.

### **1.16. Tendido, Terminales, Empalmes, Protecciones, Cruzamientos y Paralelismos.**

#### **1.16.1. Tendido.**

El transporte de bobinas de cable se realizará sobre camiones o remolques apropiados. Las bobinas estarán convenientemente calzadas y no podrán retener con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina sobre la capa exterior del cable enrollado.

La carga y descarga se realizará suspendiendo la bobina por medio de una barra que pasen por el eje central de la bobina y con los medios de elevación adecuados a su peso. No se dejarán caer al suelo desde un camión o remolque.

Los desplazamientos de las bobinas sobre el suelo, rodándolas, se realizarán en el sentido de rotación indicado generalmente con una flecha en la bobina, con el fin de evitar que se afloje el cable.

En las curvas se colocarán los rodillos precisos para que el radio de curvatura de los cables no sea inferior a 20 veces su diámetro, de forma que soporten el empuje lateral de cable.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina. En caso de trazados con pendiente, suele ser conveniente tender cuesta abajo. Se procurará colocarla lo más alejada posible de los entubados.

La bobina estará elevada y sujeta por medio de la barra y gatos apropiados. Tendrá un dispositivo de frenado eficaz. Su situación será tal que la salida de cable durante el tendido se realice por su parte superior.

Antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento las zanjas abiertas o en los interiores de los tubos, para comprobar que se encuentran sin piedra u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido, realizando las verificaciones oportunas (paso de testigo por los tubos).

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 presente que el radio de curvatura del cable será superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 15 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. El cable se guiará por medio de una cuerda sujeta al extremo del mismo por una funda de malla metálica

El tendido se realizará con los cables soportados por rodillos adecuados que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable, dispondrán además de una base que impida su vuelco y su garganta tendrá las dimensiones necesarias para que circule el cable sin que se salga o caiga.

La distancia entre rodillos será tal que el cable, durante el tendido, no roce con la arena.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando de la vena del cable, al que se habrá adosado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción igual o inferior a 2,4 daN/mm<sup>2</sup> ó al indicado por el fabricante del cable.

Los cabrestantes u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido, estarán dotadas de dinamómetros apropiados.

El tendido de los conductores se interrumpirá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C, debido a la rigidez que a esas temperaturas toma el aislamiento.

Los conductores se colocarán en su posición definitiva, tanto en las zanjas como en canales de obra o las galerías, siempre a mano, sin utilizar palancas u otros útiles; quedarán perfectamente alineados en las posiciones indicadas en el proyecto.

Para identificar los cables unipolares se marcarán con cintas adhesivas de colores verde, amarillo y marrón, cada 1,5 m.

Cada 10 m, como máximo, y sin coincidir con las cintas de señalización, se pondrán unas abrazaderas de material sintético de color negro que agrupen la terna de conductores y los mantenga unidos. En los entubados no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina, y sus extremos protegidos convenientemente para asegurar su estanqueidad.

Antes del tapado de los conductores con la segunda capa de arena, se comprobará que durante el tendido no se han producido erosiones en la cubierta.

#### **1.16.2. Terminales y Empalmes.**

Los terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto de la red y estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del cable. Serán enchufables de interior en la conexión con la celda de línea en el Centro de Transformación y en la Subestación

##### **Confección de terminales.**

Se utilizarán los del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para sus instalaciones las instrucciones y normas del fabricante, así como las reseñadas a continuación.

En la ejecución de los terminales, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductor. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente de campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

##### **Confección de empalmes.**

La ejecución de los empalmes se realizará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura.

Los manguitos para la unión de las cuerdas serán los indicados por Endesa, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique el fabricante, teniendo la precaución de que durante la maniobra del montaje del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor.

En la ejecución de empalmes en cables, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento de cable y no sobrepasando en ningún punto el radio mínimo de curvatura.

#### **1.16.3. Cruzamientos y paralelismos.**

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los Organismos Oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios serán, como mínimo, de 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 15 veces el diámetro del cable.

## **1.17. Ejecución de las obras.**

### **1.17.1. Zanjas.**

#### **Ejecución:**

Su ejecución comprende:

- Apertura de zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de protección de placa de PVC.
- Colocación de la cinta de "atención al cable".
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

#### **Apertura de zanjas:**

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

Se dejará un paso de 50 cm. entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

#### **Suministro y colocación de protecciones de arenas:**

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de miga o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos sean de 2 o 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

#### **Suministro y colocación de protección de placa de PVC:**

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos, que se añada en la misma capa horizontal.

Las placas de PVC serán normalizadas.

Cuando se tiendan uno o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

#### **Colocación de la cinta de "Atención al cable":**

En las canalizaciones de cables de media tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del Cable". Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

#### **Tapado y apisonado de zanjas:**

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierras de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá realizarse a capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención al Cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en el plano que se adjunta. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por deficiencia en la realización de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tenga que ejecutarse.

#### **Dimensiones y condiciones generales de ejecución:**

##### Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión las que tiene 0,6 m. de anchura media y profundidad mínima de 1,10 m. tanto para aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,2 m. separados por un ladrillo o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,7 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de Obra.

##### Zanjas en roca

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas de tierra. La profundidad mínima será 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

# DOCUMENTO N°6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

## **6.1. PLANTA FOTOVOLTAICA**

## **6.2. LÍNEA EVACUACIÓN**

## **6.3. PLANOS**

**P01.- SEÑALIZACIÓN CARRETERA Y ENTRADA A OBRA. SEÑALIZACIÓN VIALES INTERNOS. ZONA DE ACOPIOS, VESTUARIOS Y ASEOS.**

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB

Antonio Sáez López

# DOCUMENTO 6.1: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE PLANTA FOTOVOLTAICA

---

En Albacete, julio de 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Antonio Sáez López  
Nº Colegiado: 1.575 COITIAB

## ÍNDICE

1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	6
1.1	Objeto del Estudio de Seguridad y Salud	6
1.2	Ámbito de aplicación	6
1.3	Situación	6
1.4	Datos Generales.	6
1.5	Servicios afectados y condiciones del entorno.	7
1.6	Promotor.	7
1.7	Empresa responsable del Plan de Seguridad.	7
1.8	Presupuesto y Plazo de ejecución de las obras	7
1.9	Número estimado de trabajadores y mano de obra empleada.	7
1.10	Relación de elementos a utilizar	8
1.11	Implantaciones de salubridad y confort	11
1.12	Botiquín de Primeros Auxilios	12
2.	RIESGOS LABORABLES EVITABLES. MEDIDAS PREVENTIVAS	13
2.1	Identificación de los distintos riesgos laborales que puedan ser evitados	13
2.1.1	Identificación de los riesgos laborales de carácter genérico más frecuentes y medidas preventivas a adoptar	13
2.1.2	Relación de las fases de obra e identificación de los riesgos laborales particulares a cada una de ellas y medidas preventivas	14
3.	RIESGOS LABORABLES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS. MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS	15
3.1	Identificación de los riesgos laborales que no pueden ser evitados	15
3.2	Medidas preventivas que palien los riesgos inevitables	16
3.3	Eficacia de las medidas preventivas	17
4.	ANEXO 1.- MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENÉRICO	18
4.1	PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS	18
4.1.1	Redes de seguridad	18
4.1.2	Condena de huecos horizontales con mallazo	19
4.1.3	Marquesinas rígidas	19
4.1.4	Plataforma de carga y descarga	19
4.1.5	Barandillas de protección	20
4.1.6	Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular	20
4.1.7	Andamio de Borriquetas	21
4.1.8	Andamios colgados móviles	22
4.1.9	Cargas	24
4.1.10	Plataformas de trabajo	24
4.1.11	Altura mínima a partir del nivel del suelo	25
4.1.12	Pasarelas	25
4.1.13	Protecciones y resguardos en máquinas	25

4.1.14	Escaleras portátiles	25
4.1.15	Escaleras de mano de un solo cuerpo	26
4.1.16	Cuerda de retenida	26
4.1.17	Aparatos elevadores (Grúas torre)	27
4.1.18	Eslingas de cadena	30
4.1.19	Eslinga de cable	30
4.1.20	Cable "de llamada"	30
4.1.21	Adecuación del tajo en el lugar de carga	30
4.1.22	Caída de objetos	30
4.1.23	Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza	31
4.1.24	Protección de personas contra contactos eléctricos	31
4.1.25	Prevención de incendios, orden y limpieza	32
4.1.26	Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo	32
4.1.27	Señalización de seguridad	32
4.1.28	Cinta de señalización y de delimitación de zona de trabajo	34
4.1.29	Señales óptico acústicas de vehículos de obra	34
4.1.30	Iluminación	34
5.	ANEXO 2.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE CONTAGIOS DEL SARS-COV-2	35
5.1	Antes de ir al trabajo	35
5.2	Desplazamientos al trabajo	35
5.3	Medidas organizativas en la obra	35
5.4	Medidas en caso de contagio o sospecha	38
5.5	Medidas de higiene en la obra	38
5.6	Gestión de los residuos en la obra	39
6.	PLIEGO DE CONDICIONES	40
6.1	Planificación y organización de la seguridad y salud laboral	40
6.1.1	Ordenación de la acción preventiva	40
6.1.2	Organigrama funcional	42
6.2	Normas generales de seguimiento y control	44
6.2.1	Toma de decisiones	44
6.2.2	Evaluación continua de los riesgos	44
6.2.3	Controles periódicos	44
6.2.4	Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras	45
6.2.5	Paralización de los trabajos	45
6.2.6	Registro y comunicación de datos e incidencias	46
6.2.7	Colaboración con el responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud laboral	46
6.2.8	Reuniones de seguimiento y control interno	47
7.	FORMACIÓN E INFORMACIÓN	48
7.1	Acciones formativas	48

7.1.1	Normas generales	48
7.1.2	Contenido de las acciones de formación	48
7.1.3	Organización de la acción formativa	49
7.2	Instrucciones generales y específicas	49
7.3	Información y divulgación	50
7.4	Atribuciones Generales de Seguridad del personal facultativo de obra	51
7.5	Funciones Específicas de Seguridad	54
7.5.1	Dirección de obra	54
7.5.2	Jefes y Técnicos de obra	54
7.5.3	Mandos Intermedios	55
7.5.4	Representantes legales del Personal de la empresa constructora	58
7.5.5	Delegados de Prevención	59
7.5.6	Trabajadores	59
7.5.7	Funciones del "Encargado General"	60
7.5.8	Funciones del "Jefe de Maniobra"	60
7.5.9	Funciones del "Señalista"	61
7.5.10	Funciones del "Estrobador"	62
8.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD	63
9.	MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA	64
9.1	Condiciones generales	64
9.2	Información previa	65
9.3	Servicios afectados: identificación, localización y señalización	65
9.4	Accesos, circulación interior y delimitación de la obra	66
10.	MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN	67
10.1	Protecciones colectivas	67
10.1.1	Generalidades	67
10.1.2	Señalización y ordenación de tráfico	67
10.2	Equipos de protección individual (E.P.I.)	67
10.2.1	Generalidades	67
10.2.2	Exigencias esenciales de sanidad y seguridad	68
11.	SEÑALIZACIONES	69
11.1	Normas generales	69
11.2	Personal auxiliar de los maquinistas para señalización	69
11.3	Colocación señalización en obra, viales, delimitación de las excavaciones	70
12.	ESQUEMAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	71
12.1	Protecciones individuales	72
12.2	Protecciones colectivas	82
12.3	Equipos de trabajo	99
12.4	Medios auxiliares	103
12.5	Instalación eléctrica	104

#### **14. PLANOS**

**P01.-** SEÑALIZACIÓN CARRETERA Y ENTRADA A OBRA. SEÑALIZACIÓN VIALES INTERNOS. ZONA DE ACOPIOS, VESTUARIOS Y ASEOS.

## **1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1 Objeto del Estudio de Seguridad y Salud**

El presente Estudio de Seguridad y Salud laboral (en lo sucesivo E.S.S.), tiene por objeto cumplimentar las previsiones contenidas en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS, presentándose como anejo al Proyecto de Ejecución para Instalación de la Planta Fotovoltaica “**EL RINCÓN FV**” en el término municipal de Padiernos (Ávila) de 7,21 MWp/ 6,0 MWn con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hallas de utilizarse en la presente obra, así como con los sistemas de ejecución de las empresas subcontratadas, trabajadores autónomos, industriales y oficios que han de intervenir en dichos trabajos.

### **1.2 Ámbito de aplicación**

La vigencia del Estudio de Seguridad y Salud se inicia desde la fecha en que se produzca el visado del proyecto base de ejecución por el Colegio Oficial Correspondiente y la aprobación expresa del Plan de Seguridad, por el Coordinador en materia de Seguridad e Higiene durante la ejecución de la Obra, responsable de su control y seguimiento.

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio de la empresa constructora, el dependiente de otras empresas subcontratadas por esta y los distintos trabajadores autónomos, para realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra, con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención en la misma.

### **1.3 Situación**

Municipio: Aldaya.

Provincia: Valencia.

### **1.4 Datos Generales.**

La obra objeto de este E.S.S. consiste en realizar los siguientes trabajos:

- Describir las distintas fases de obra o trabajos más significativos.
- Describir los oficios, medios auxiliares, etc., más significativos.

### 1.5 Servicios afectados y condiciones del entorno.

Suministro de agua, electricidad y red de saneamiento, si se afectan, o ninguno si no se afecta a alguno de ellos.

También se indicarán la orografía del solar, el tipo de terreno, climatología, proximidades a ríos, montañas, etc.

### 1.6 Promotor.

El Promotor de la Instalación es:

**Denominación:** EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.

**C.I.F.:** B-85263663

**Dirección física y fiscal:** *Calle Quintanavides, 13, Edificio 3 - 3º Piso, 28050, Madrid.*

**Persona de contacto:** *João Marques da Cruz*

**Tlf.:** +34 667 768 496

**Email:** [bd-pd.spain@finerge.com](mailto:bd-pd.spain@finerge.com)

### 1.7 Empresa responsable del Plan de Seguridad.

Por definir.

### 1.8 Presupuesto y Plazo de ejecución de las obras

El presupuesto de contrata de la obra viene determinado en el apartado de presupuesto del presente proyecto, siendo el plazo de ejecución del presente proyecto de **60 días**, a partir de la fecha de firma del Acta de Replanteo o del inicio de las mismas.

### 1.9 Número estimado de trabajadores y mano de obra empleada.

Se prevé la participación en la ejecución de los trabajos de 15 operarios, estimándose un pico máximo de 20 trabajadores.

### 1.10 Relación de elementos a utilizar

Está previsto que se utilicen durante el transcurso de la obra la siguiente maquinaria, máquinas herramientas y herramientas.

Enumerar las máquinas, máquinas herramientas y herramientas a utilizar, entre las que nos podemos encontrar:

➤ **Movimiento de tierras**

- Martillo rompedor
- Retroexcavadora
- Tractor de orugas
- Pala cargadora
- Excavadora de draga de arrastre
- Zanjadora continúa.
- Motoniveladora
- Camión cuba

➤ **Pilotaje y perforación.**

- Pilotadora por trépano rotatorio
- Pilotadora por hinca a golpe de martinete
- Perforadora hidráulica (carro perforador)

➤ **Transporte horizontal.**

- Carretilla autotransportada, dúmper pequeño.
- Carretilla por pinzas elevadoras o torito
- Motovolquete (dúmper pequeño)
- Cinta transportadora
- Camión basculante
- Camión cisterna
- Dúmper (grande)

➤ **Maquinaria de elevación.**

- Grúa torre
- Grúa móvil autopropulsada
- Montacargas
- Cabrestante (maquinillo)
- Puente grúa

➤ **Maquinaria para hormigones.**

- Hormigonera
- Bomba de hormigón neumática
- Bomba de hormigón hidráulica
- Camión hormigonera
- Autohormigonera
- Central dosificadora
- Proyectadora de mortero y hormigones
- Gunitadora
- Vibrador de agujas
- Regla vibradora
- Mesa vibrante para hormigón prefabricado y arquitectónico

➤ **Maquinaria para compactación y pavimentación.**

- Extendedora
- Rodillo vibrante autopropulsado
- Explanadora
- Bituminadora
- Pisón mecánico
- Planta de aglomerado asfáltico

➤ **Maquinaria transformadora de energía.**

- Grupo electrógeno
- Motor de explosión
- Motor eléctrico

➤ **Máquinas herramientas.**

- Martillo neumático.
- Electroesmeriladora (radial)
- Tronzadora de metal
- Tronzadora de cerámica
- Sierra de cinta
- Amasadora
- Pulidora
- Fratasadora

➤ **Herramientas.**

- Eléctricas portátiles
- Hidráulicas portátiles
- De combustión portátiles
- De corte y soldadura de metales
- Herramientas de mano

### 1.11 Implantaciones de salubridad y confort

La contrata principal, así como las empresas subcontratadas vinculadas contractualmente con ella, asume en primera instancia la dotación y mantenimiento de la implantación para albergar, en condiciones de salubridad y confort equivalentes, a la totalidad del personal que participe en esta obra.

El cargo de amortización, alquileres y limpieza, derivados de la dotación y equipamiento de estas instalaciones provisionales del personal en obra, se prorrateará por parte de la empresa constructora en función de las necesidades de utilización tanto del personal propio como del subcontratado en condiciones de una utilización no discriminatoria, funcional y digna.

El cálculo estimativo de las condiciones de utilización de este tipo de implantación provisional de obra será el siguiente:

#### **Comedores colectivos:**

Se dotará cuando más de 10 trabajadores tomen su comida en la obra. Superficie aconsejable: 1,20 m por persona.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Bancos corridos y mesas de superficie fácil de limpiar (hule, tablero fenólico o laminado). Dimensiones previstas: 0,65 m lineal por persona.

Dotación de agua: Un grifo y fregadero por cada 10 usuarios del refectorio y un botijo por cada 5 productores. Plancha, hornillo o parrilla a gas, electricidad o de combustión de madera para calentar la comida, a razón de un punto de calor para cada 12 operarios.

Recipiente hermético de 60 l de capacidad y escoba con recogedor para facilitar el acopio y retirada de desperdicios, por cada 20 productores.

Retretes:

Estarán separados por sexos

Situados en lugar aislado de los comedores y vestuarios. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación continúa.

Una placa turca o inodoro de taza alta cada 25 hombres o fracción. Un inodoro de taza alta cada 15 mujeres o fracción.

Espacio mínimo por cabina de evacuación: 1,5 m x 2,3 m con puertas de ventilación inferior y superior. Equipamiento mínimo por cabina: papel higiénico, descarga automática de agua y conexión a la red de saneamiento o fosa séptica. Disponer de productos para garantizar la higiene y limpieza.

**Vestuarios:**

Separados por sexos.

Superficie aconsejable: 1,25 m<sup>2</sup> por persona. Limpieza diaria realizada por persona fija.

Ventilación suficiente en verano y calefacción efectiva en invierno.

Útiles de limpieza: Serrín, escobas, recogedor, cubo de basura con tapa hermética, fregona y ambientador. Suelo liso y aislado térmicamente.

Una taquilla guardarropa dotada de cierre individual mediante clave o llave y doble compartimento (separación del vestuario de trabajo y el de calle) y dos perchas por cada trabajador contratado o subcontratado directamente por la empresa constructora.

Bancos corridos o sillas.

Una ducha por cada 10 trabajadores o fracción.

Pileta corrida para el aseo personal: Un grifo por cada 10 usuarios. Jaboneras, portarrollos, toalleros, según el número de duchas y grifos. Un espejo de 40 x 50 cm mínimo, por cada 25 trabajadores o fracción. Rollos de papel, toalla o secadores automáticos.

Instalaciones de agua caliente y fría.

“En caso de obras o instalaciones en el interior de locales o de adecuación de los mismo, se justificará para ese proyecto, el cumplimiento del R.D. 486/97 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en lugares de Trabajo”.

## **1.12 Botiquín de Primeros Auxilios**

Es obligatorio en todos los centros de trabajo.

**Equipamiento mínimo aconsejable del armario botiquín:**

Desinfectantes y antisépticos autorizados.

Gasas estériles. Algodón hidrófilo.

Vendas.

Esparadrapo. Apósitos adhesivos.

Tijeras, Pinzas.

Guantes desechables.

## **2. RIESGOS LABORABLES EVITABLES. MEDIDAS PREVENTIVAS**

### **2.1 Identificación de los distintos riesgos laborales que puedan ser evitados**

El análisis con detenimiento de la obra nos permitirá conocer y evaluar los distintos riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores, este análisis nos conducirá a poder adoptar en la obra un proceso de actuación preventiva, estableciendo las condiciones de seguridad óptimas que garanticen la integridad de los trabajadores no solo físicamente sino en el más amplio concepto de salud laboral.

Es por tanto premisa previa indispensable esta identificación de los riesgos laborales en las obras para afrontar con éxito los compromisos mediante los cuales la empresa constructora desarrollará desde el punto de vista preventivo cada una de las distintas actuaciones constructivas contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud para esta obra.

Esta evaluación inicial de riesgos, que su vez viene contemplada en la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Profesionales, tendrá a efectos reales, el carácter de NORMA DE SEGURIDAD de obligado cumplimiento en el interior del recinto de la obra, por lo que viene a representar en la práctica un Plan Específico de Seguridad para cada actividad o fase constructiva que intervenga en el proceso de realización de éste proyecto.

La evaluación e identificación de los riesgos laborales, establece, divulga e impone para esta obra, una serie de medidas preventivas y determina el comportamiento que se debe seguir o al que se deben ajustar las operaciones y la forma de actuación del trabajador y sus compañeros en cada uno de los tajos, comportamiento este extensivo a todas las empresas contratadas directa o indirectamente para esta obra por la empresa constructora principal

La evaluación inicial de riesgos elaborada en el Estudio de Seguridad y Salud, es solamente un documento informativo y genérico de los riesgos a que están expuestos los trabajadores, el posterior Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa constructora y adaptado a las posibilidades de la misma, tendrá el carácter de verdadera Evaluación Inicial de Riesgos laborales que hace mención la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **2.1.1 Identificación de los riesgos laborales de carácter genérico más frecuentes y medidas preventivas a adoptar**

##### **2.1.1.1 Identificación de los riesgos**

- Caída de operarios al mismo nivel. (Tránsito por la obra)
- Caída de operarios a distinto nivel (Andamios, escaleras de mano, huecos, etc.)
- Caída de objetos sobre operarios en manipulación de los mismos.
- Caída de objetos sobre operarios (Trabajos a distintos niveles.)
- Choques o golpes contra objetos móviles.
- Choques o golpes contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos.

- Aplastamientos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Proyección de partículas a ojos.
- Cortes en manos y pies por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos cortantes o punzantes Atropello de vehículos.

### **2.1.1.2 Medidas preventivas a adoptar**

Las medidas preventivas a adoptar con carácter general en una obra están encaminadas a ofrecer una protección colectiva y eliminar los riesgos detectados, por tanto, con carácter general, en la obra se adoptarán las medidas preventivas señaladas en el Anexo 1 adjunto y que le sean de aplicación.

### **2.1.2 Relación de las fases de obra e identificación de los riesgos laborales particulares a cada una de ellas y medidas preventivas**

Esta obra la estudiaremos dividida en las siguientes fases de obra, que serán objeto de estudio detallado en anejos independientes:

- Demolición mecánica
- Desbroce mecánico
- Desbroce manual
- Demolición especial
- Demolición manual
- Excavación manual
- Excavación mecánica
- Excavación a cielo abierto
- Hormigonado con bomba
- Hormigonado directo
- Muros pantalla
- Taludes
- Hormigonado de cimientos con cubilote
- Encofrado de pilares
- Encofrado de forjados y losas
- Ferrallado de muros y pantallas
- Ferrallado de soportes y pilares
- Forjados de viguetas y bovedillas
- Consolidación de terrenos
- Entibaciones
- Estructura metálica
- Estructura de hormigón armado, cubilote
- Estructura de hormigón armado, bomba
- Albañilería
- Carpintería metálica
- Montaje de líneas eléctricas en alta tensión

### **3. RIESGOS LABORABLES QUE NO PUEDEN SER EVITADOS. MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES Y EFICACIA DE LAS MISMAS**

#### **3.1 Identificación de los riesgos laborales que no pueden ser evitados**

Existe la máxima de seguridad que dice “Se ha de proteger la obra de forma que el trabajador este protegido, hasta el punto de que, aunque quiera accidentarse, no pueda”.

Esta norma es claramente una quimera, pues en la práctica, por muy bien protegida que tengamos la obra y por muy bien estudiado y puesta en marcha que este el Plan de Seguridad de una obra, siempre habrá una multitud de causas que pueden originar un accidente. Bien conocido por todos es la gran movilidad que existe en una obra, llegado el caso de decirse que una obra es un ser vivo, que crece día a día y que está en continua evolución.

Es por esto por lo que intentar llegar a la protección integral total es prácticamente imposible. Por ello se ha de prever una serie de riesgos de carácter inevitables, los cuales hemos de intentar minimizar fundamentalmente con equipos de protección personal, prendas estas que por sí solas son claramente insuficientes pero que junto a los sistemas de protección colectiva hacen y logran una protección integral, mejorable con la propia evolución de la obra, pero que pueden ser considerado como el único realmente viable y constatable.

#### **Entre estos riesgos inevitables, cabe destacar:**

- Lumbalgias por sobreesfuerzos.
- Contaminaciones acústicas.
- Lesiones por exposición a vibraciones.
- Contactos eléctricos.
- Vuelcos de maquinaria o vehículos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Contactos con sustancias corrosivas.
- Caída de materiales en proceso de manipulación.
- Caída de materiales por desplome.
- Golpes o cortes con herramientas y/o materiales.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Caída de operarios al mismo nivel.

#### **Caída de operarios a distinto nivel, por/en/desde:**

- Zanjas.
- Escaleras fijas o móviles.
- Huecos de forjado.
- Andamios. Etc.

### 3.2 Medidas preventivas que palien los riesgos inevitables

Las medidas preventivas que palien los efectos de los riesgos inevitables son tan diversas como fases de obra estemos ejecutando, así hemos de tener en cuenta:

- Talud natural del terreno.
- Entibaciones.
- Limpieza.
- Apuntalamientos.
- Redes.
- Mallazos.
- Pasos o pasarelas.
- Iluminación adecuada.
- Carcasas o resguardos de máquinas.
- Protección de escaleras.
- Sistemas de evacuación de escombros.
- Limpieza de zona de trabajo.
- Plataformas de descarga de materiales.
- Caminos de circulación.
- Andamios de seguridad.
- Barandillas.
- Etc.

También se ha de tener en cuenta que, aunque todos estos sistemas de seguridad estén correctamente ejecutados, hemos de prever el fallo y por tanto se ha de tener en cuenta la protección individual con el único fin de minimizar las consecuencias que puede originar un accidente de trabajo.

Por ello se ha de dotar a los trabajadores de las prendas de protección o equipos de protección individual que sean imprescindibles y que ello no sea en detrimento de la protección colectiva, única arma eficaz de combatir con cierto rigor técnico y eficaz la lacra de los accidentes en las obras de construcción, entre estas prendas tenemos:

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Mascarilla de filtro mecánico.
- Mascarillas de filtros químicos.
- Guantes de lona y piel.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón anti vibratorio.
- Ropa de trabajo.
- Traje de agua.
- Pantallas de soldador.
- Herramientas aislantes.
- Etc.

### **3.3 Eficacia de las medidas preventivas**

La eficacia de las medidas preventivas de los riesgos inevitables, no se puede evaluar de forma independientemente de las de los riesgos evitables, ya que partiremos de la base de que todos los riesgos han de ser evitados, por lo que evaluaremos la eficacia de las medidas adoptadas cuando o bien no se produzcan accidentes, en cuyo caso presumiremos que las mismas han sido eficaces, o por el contrario en la fatal consecución de un accidente, en la que una vez analizado el mismo adoptaremos las medidas pertinentes para que no pueda originarse nuevamente.

#### **4. ANEXO 1.- MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENÉRICO**

##### **4.1 PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA DE PERSONAS Y OBJETOS**

###### **4.1.1 Redes de seguridad**

Paños de dimensiones ajustadas al hueco a proteger, de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla 7,5 x 7,5 cm, diámetro de hilo 4 mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro, de conformidad a norma UNE 81- 650 - 80.

###### Pescantes de sustentación de redes en fachadas

Horcas metálicas comerciales, homologadas o certificadas por el fabricante respecto a su idoneidad en las condiciones de utilización por él descritas, constituidas por un mástil vertical (de 8 m de longitud generalmente) coronado por un brazo acartelado (de 2 m de voladizo generalmente), confeccionado con tubo rectangular en chapa de acero de 3mm de espesor y 5 x 10 cm de sección, protegido anticorrosión y pintado por inmersión.

El conjunto del sistema queda constituido por paños de red de seguridad según norma UNE 81-650-80, colocadas con su lado menor (7 m) emplazado verticalmente, cubriendo la previsible parábola de caída de personas u objetos desde el forjado superior de trabajo y cuerdas de izado y ligazón entre paños también de poliamida de alta tenacidad de 10 mm de diámetro, enanos de anclaje y embolsamiento inferior del paño confeccionados con "caliqueños" de redondo corrugado de 8 mm de diámetro, embebidos en el canto del forjado y distanciados 50 cm entre sí; cajetines sobre el forjado u omegas de redondo corrugado de 12 mm de diámetro, situadas en voladizo y en el canto del forjado para el paso y bloqueo del mástil del pescante, sólidamente afianzados todos sus elementos entre sí, capaz de resistir todo el conjunto la retención puntual de un objeto de 100 kg. de peso, desprendido desde una altura de 6 m por encima de la zona de embolsamiento, a una velocidad de 2 m/seg.

###### Montaje

Deberá instalarse este sistema de red cuando se tengan realizados la solera de planta baja y un forjado.

Una vez colocada la horca, se instalará un pasador en el extremo inferior para evitar que el brazo pueda girar en sentido horizontal.

#### Ciclo normal de utilización y desmontaje

Los movimientos posteriores de elevación de la red a las distintas plantas de la obra, se ejecutarán siguiendo los movimientos realizados en la primera. El desmontaje se efectúa siguiendo el ciclo inverso al montaje. Tanto en el primer caso como en el segundo, los operarios deberán estar protegidos contra las caídas de altura mediante protecciones colectivas, cuando por el proceso de montaje y desmontaje las redes pierdan la función de protección colectiva.

NOTA: El sistema tradicional de protección de mástiles y redes puede ser sustituido, si así se ha previsto en el Proyecto, por pasarelas perimetrales en voladizo, tipo consola o ménsulas de soporte para redes horizontales. En cualquiera de los sistemas de protección colectiva contra caídas de altura que se adopte será preceptiva la homologación o certificación de idoneidad expedido por el fabricante.

#### **4.1.2 Condena de huecos horizontales con mallazo**

Confeccionada con mallazo electrosoldado de redondo de diámetro mínimo 3 mm y tamaño máximo de retícula de 100 x 100 mm, embebido perimetralmente en el zuncho de hormigón, capaz de garantizar una resistencia > 1.500 N/m<sup>2</sup> (150 Kg/m<sup>2</sup>).

#### **4.1.3 Marquesinas rígidas**

Apantallamiento en previsión de caídas de objetos, compuesto de una estructura de soporte generalmente metálica en forma de ménsula o pies derechos, cuajada horizontalmente de tabloncillos durmientes de reparto y tableros, capaces de retener, sin colapsarse, un objeto de 100 Kg de peso, desprendido desde una altura de 20 m, a una velocidad inicial de 2 m/s

#### **4.1.4 Plataforma de carga y descarga**

La carga y descarga de materiales se realizará mediante el empleo de plataformas metálicas en voladizo. Estas plataformas deberán reunir las características siguientes:

Muelle de descarga industrial de estructura metálica, emplazable en voladizo, sobresaliendo de los huecos verticales de fachada, de unos 2,5 m<sup>2</sup> de superficie.

Dotado de barandilla de seguridad de 1 m de altura en sus dos laterales y cadena de acceso y tope de retención de medios auxiliares desplazables mediante ruedas en la parte frontal.

El piso de chapa industrial lagrimeada de 3mm de espesor, estará emplazada al mismo nivel del forjado de trabajo sin rampas ni escalones de discontinuidad.

Podrá disponer opcionalmente de trampilla practicable para permitir el paso del cable de la grúa torre si se opta por colocar todas las plataformas bajo la misma vertical.

El conjunto deberá ser capaz de soportar descargas de 2.000 Kg/m<sup>2</sup> y deberán tener como mínimo un certificado de idoneidad, resistencia portante y estabilidad, garantizado por el fabricante, si se siguen sus instrucciones de montaje y utilización.

#### **4.1.5 Barandillas de protección**

Antepechos provisionales de cerramiento de huecos verticales y perímetro de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m, constituidos por balaustre, rodapié de 20 cm de altura, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 1 m de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal suficiente.

#### **4.1.6 Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular**

Previamente a su montaje se habrán de examinar en obra que todos sus elementos no tengan defectos apreciables a simple vista, calculando con un coeficiente de seguridad igual o superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje, estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el Responsable Técnico del Contratista Principal a pie de obra o persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

En el andamio de sujeción por pernos no se deberá aplicar a los mismos un par de apriete superior al fijado por el fabricante, a fin de no sobrepasar el límite elástico del acero restando rigidez al nudo.

Se comprobará especialmente que los módulos de base queden perfectamente nivelados, tanto en sentido transversal como longitudinal. El apoyo de las bases de los montantes se realizará sobre durmientes de tablones, carriles (perfiles en "U") u otro procedimiento que reparta uniformemente la carga del andamio sobre el suelo.

Durante el montaje se comprobará que todos los elementos verticales y horizontales del andamio estén unidos entre sí y arriostrados con las diagonales correspondientes.

Se comprobará durante el montaje la verticalidad de los montantes. La longitud máxima de los montantes para soportar cargas comprendidas entre 125 Kg/m<sup>2</sup>, no será superior a 2.00 m

Para soportar cargas inferiores a 125 kg/m<sup>2</sup>, la longitud máxima de los montantes será de 2,30 m

Se comprobará durante el montaje la horizontalidad entre largueros. La distancia vertical máxima entre largueros consecutivos no será superior a 2 m

Los montantes y largueros estarán grapados sólidamente a la estructura, tanto horizontal como verticalmente, cada 3 m como mínimo. Únicamente pueden instalarse aisladamente los andamios de estructura tubular cuando la plataforma de trabajo esté a una altura no superior a cuatro veces el lado más pequeño de su base.

En el andamio de pórticos, se respetará escrupulosamente las zonas destinadas a albergar las zancas interiores de escaleras, así como las trampillas de acceso al interior de las plataformas. En el caso de tratarse de algún modelo antiguo, carente de escaleras interiores, se dispondrá lateralmente y adosada, una torre de escaleras completamente equipada, o en último extremo una escalera "de gato" adosada al montante del andamio, equipada con aros salva caídas o sirga de

amarre tensada verticalmente para anclaje del dispositivo de deslizamiento y retención del cinturón anti caídas de los operarios.

Las plataformas de trabajo serán las normalizadas por el fabricante para sus andamios y no se depositarán cargas sobre los mismos salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Quedará un pasaje mínimo de 0,60 m libre de todo obstáculo (anchura mínima de la plataforma con carga 0,80 m). El peso sobre la plataforma de los materiales, máquina, herramientas y personas, será inferior a la carga de trabajo prevista por el fabricante.

Reparto uniforme de cargas, sin provocar desequilibrios.

La barandilla perimetral dispondrá de todas las características reglamentarias de seguridad enunciadas anteriormente.

El piso de la plataforma de trabajo sobre los andamios tubulares de pórtico, será la normalizada por el fabricante. En aquellos casos que excepcionalmente se tengan que realizar la plataforma con madera, esta será escuadrada con tablonos sanos, sin nudos y sin pintar y ofrecerá una resistencia suficiente para el objeto a que se destina.

Bajo las plataformas de trabajo se señalará o balizará adecuadamente la zona prevista de caída de materiales u objetos.

Se inspeccionará semanalmente el conjunto de los elementos que componen el andamio, así como después de un período de mal tiempo, heladas o interrupción importante de los trabajos.

No se permitirá trabajar en los andamios sobre ruedas, sin la previa inmovilización de las mismas, ni desplazarlos con persona alguna o material sobre la plataforma de trabajo.

El espacio horizontal entre un paramento vertical y la plataforma de trabajo, no podrá ser superior a 0,30 m, distancia que se asegurará mediante el anclaje adecuado de la plataforma de trabajo al paramento vertical. Excepcionalmente la barandilla interior del lado del paramento vertical podrá tener en este caso 0,60 m de altura como mínimo.

Las pasarelas o rampas de intercomunicación entre plataformas de trabajo tendrán las características enunciadas más adelante.

#### **4.1.7 Andamio de Borriquetas**

Previamente a su montaje se habrá de examinar en obra que todos los elementos de los andamios no tengan defectos apreciables a simple vista, y después de su montaje se comprobará que su coeficiente de seguridad sea igual ó superior a 4 veces la carga máxima prevista de utilización.

Las operaciones de montaje, utilización y desmontaje estarán dirigidas por persona competente para desempeñar esta tarea, y estará autorizado para ello por el responsable técnico de la ejecución material de la obra ó persona delegada por la Dirección Facultativa de la obra.

No se permitirá, bajo ningún concepto, la instalación de este tipo de andamios, de forma que queden superpuestos en doble hilera ó sobre andamio tubular con ruedas.

Se asentarán sobre bases firmes niveladas y arriostradas, en previsión de empujes laterales, y su altura no rebasara sin arriostrar los 3 m, y entre 3 y 6 m se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo, así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipadas con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de suficiente resistencia.

#### **4.1.8 Andamios colgados móviles**

NOTA: Su empleo debe ser restringido al máximo.

Los sistemas de sujeción, soportes, cables, mecanismos de elevación y plataformas de trabajo, deben estar avalados por algún organismo de certificación nacional o extranjero de solvencia técnica contrastada.

Se seguirán las instrucciones de montaje conforme a las especificaciones del fabricante, quedando prohibido intercambiar elementos entre sistemas y efectuar lastrados con materiales fungibles o inestables.

Los pescantes no deben contrapesarse de no ser homologados por el fabricante e instalados conforme a sus instrucciones de montaje. Por regla general, se anclarán al forjado mediante pernos roscados y piezas metálicas (en los forjados unidireccionales deberán abarcar tres viguetas), o bien redondos embutidos en el forjado que abracen la cola del pescante, provistos de tetones soldados para impedir el deslizamiento del cable portante.

Es básico en éste tipo de andamiaje el que se efectúen revisiones antes de su empleo, principalmente en lo que se refiere a los cables de sustentación de la plataforma y el mecanismo de elevación de la misma.

El aparejo deberá disponer de los siguientes sistemas de seguridad:

- Trinquete de retención que actúa sobre el mecanismo interior, impidiendo su descenso.
- Trinquete que evita a la manivela girar en el sentido de descenso, a no ser que se accione intencionadamente el embrague.
- Freno de expansión accionado por el propio peso del andamio.
- Dispositivo de guías interiores para los cables, impidiendo que éstos se traben.

Se rechazarán todos los cables en los que se encuentren más del 10 % de hilos rotos, asimismo éstos estarán siempre libres de nudos, torceduras, "jaulas" u otros defectos.

Se deberá efectuar periódicamente (máximo 1 año) el desmontaje para la limpieza y cambio de piezas si fuera necesario, del mecanismo de elevación.

Se someterán siempre a una prueba a plena carga uniformemente repartida del doble a la que se prevea vaya a soportar, durante 24 horas a 1 m del suelo, manteniendo horizontalmente la andamiada. Para trabajos habituales comúnmente utilizados, ésta carga viene a ser de 500 kg.

Si los módulos de andamio se unen entre sí, la máxima longitud horizontal de la andamiada no superará en ningún caso 8 m. Es decir, si los módulos son de 2,65 m de longitud, no sobrepasarán las tres unidades.

En todo caso, la unión de andamios se efectuará mediante dispositivos de seguridad o trinquetes dispuestos en los puntos de articulación que rigidicen la andamiada en caso de rotura de cables o aparejos.

Al montar la andamiada se dispondrán en los extremos liras extremas, y en los intermedios liras intermedias, que permitan el paso de los operarios.

Efectuar la operación de ascenso y descenso con tantos operarios como mecanismos de elevación existan, para que, de esta forma, la plataforma ascienda o descienda asegurando en todo momento su horizontalidad.

La plataforma deberá permanecer horizontal durante los trabajos.

No sobrecargar las plataformas de trabajo con materiales u otros elementos.

Se controlará el buen estado de la superficie de tránsito de la plataforma, no debiéndose pintar si ésta es de madera salvo con barnices transparentes, para evitar que queden ocultos posibles defectos.

En andamios colgados aislados, así como en los módulos de esquina y retranqueo, se añadirán verticales y paralelos a los cables de suspensión, otros segundos cables que quedarán en su parte superior amarrados sólidamente a la estructura pero en lugar diferente a los pescantes de los cables de suspensión, equipados con dispositivos tipo "seguricable" fijado al andamio con independencia del aparejo de elevación y descenso. Este sistema es el único que garantiza la estabilidad de la plataforma en caso de fallo o rotura de los elementos de sustentación.

Los operarios que trabajen sobre éstos andamios deben utilizar cinturón de seguridad anticaídas (dotados de arnés tipo paracaidista), que sujetarán a puntos fijos de la estructura o a sirga de seguridad dotada de nudo de seguridad deslizante y autoestrangulable al entrar en carga, o dispositivo de deslizamiento y anclaje anticaídas, suspendida y amarrada a un punto fijo de la estructura del edificio, situado por encima de la plataforma de trabajo. Esta medida de seguridad, aconsejable para todo trabajo en altura sobre plataformas móviles, será rigurosamente obligatoria en tajos sobre andamios colgantes aislados y módulos esquineros que carezcan del segundo cable de seguridad y dispositivo "seguricable" perfectamente instalado.

#### 4.1.9 Cargas

No se depositarán cargas sobre las plataformas de los andamios de borriquetas, salvo en las necesidades de uso inmediato y con las siguientes limitaciones:

Debe quedar un paso mínimo de 0,40 m libre de todo obstáculo.

El peso sobre la plataforma no superará a la prevista por el fabricante, y deberá repartirse uniformemente para no provocar desequilibrio.

La barandilla perimetral estará equipada con rodapiés de 0,20 m de altura.

Tanto en su montaje como durante su utilización normal, estarán alejadas más de 5 m de la línea de alta tensión más próxima, ó 3 m en baja tensión.

Características de las tablas ó tablones que constituyen las plataformas:

- Madera de buena calidad, sin grietas ni nudos: Será de elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadra de espesor uniforme y no inferior a 2,4 x 15 cm.
- No pueden montar entre sí formando escalones.
- No pueden volar más de cuatro veces su propio espesor, máximo 0,20 cm.
- Estarán sujetos por lías a las borriquetas.

Estará prohibido el uso de ésta clase de andamios cuando la superficie de trabajo se encuentre a más de 6 m de altura del punto de apoyo en el suelo de la borriqueta.

A partir de 2 m de altura habrá que instalar barandilla perimetral completa ó, en su defecto, será obligatorio el empleo de cinturón de seguridad de sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable de acero tensas.

#### 4.1.10 Plataformas de trabajo

Durante la realización de los trabajos, las plataformas de madera tradicionales deberán reunir las siguientes características:

- Anchura mínima 60 cm (tres tablones de 20 cm de ancho).
- La madera deberá ser de buena calidad sin grietas ni nudos. Será elección preferente el abeto sobre el pino.
- Escuadría de espesor uniforme sin alabeos y no inferior a 7 cm de canto (5 cm si se trata de abeto).
- Longitud máxima entre apoyos de tablones 2,50 m.
- Los elementos de madera no pueden montar entre sí formando escalones ni sobresalir en forma de llantas, de la superficie lisa de paso sobre las plataformas.
- No puede volar más de cuatro veces su propio espesor (máximo 20 cm), únicamente rebasarán esta distancia cuando tenga que volar 0.60 m, como mínimo de la arista vertical en los ángulos formados por paramentos verticales de la obra.
- Estarán sujetos por lías o sargentos a la estructura portante.

Las zonas perimetrales de las plataformas de trabajo así como los accesos, pasos y pasarelas a las mismas, susceptibles de permitir caídas de personas u objetos desde más de 2 m de altura, estarán protegidas con barandillas de 1 m de altura, equipada con listones intermedios y rodapiés de 20 cm de altura, capaces de resistir en su conjunto un empuje frontal de 150 kg./ml.

#### **4.1.11 Altura mínima a partir del nivel del suelo**

La distancia entre el pavimento y plataforma será tal, que evite la caída de los operarios. En el caso de que no se pueda cubrir el espacio entre la plataforma y el pavimento, se habrá de cubrir el nivel inferior, sin que en ningún caso supere una altura de 2.00 m.

Para acceder a las plataformas, se instalarán medios seguros. Las escaleras de mano que comuniquen los diferentes pisos del andamio habrán de salvar cada una la altura de dos pisos seguidos. La distancia que han de salvar no sobrepasará 2.00 m.

#### **4.1.12 Pasarelas**

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre huecos, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto, realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria: La plataforma será capaz de resistir 300 Kg de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

- Su anchura útil mínima será de 0,80 m.
- Dispondrá de barandillas completas a alturas de acceso con diferencias de nivel superiores a 2 m
- Inclinação máxima admisible: 25 %.
- La nivelación transversal debe estar garantizada.
- Su superficie debe ser lisa y antideslizante.

#### **4.1.13 Protecciones y resguardos en máquinas**

Toda la maquinaria utilizada durante la fase de obra objeto de éste procedimiento, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso.

#### **4.1.14 Escaleras portátiles**

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera, en función a la tarea a que esté destinado.

Las escaleras de mano deberán de reunir las necesarias garantías de solidez, estabilidad y seguridad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas. Como mínimo deberán reunir las siguientes condiciones:

- Largueros de una sola pieza.
- Peldaños bien ensamblados, no clavados.
- En las de madera el elemento protector será transparente.
- Las bases de los montantes estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas u otro mecanismo antideslizante. Y de ganchos de sujeción en la parte superior.
- Espacio igual entre peldaños y distanciados entre 25 y 35 cm Su anchura mínima será de 50 cm
- En las metálicas los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.
- Las escaleras de mano nunca se apoyarán sobre materiales sueltos, sino sobre superficies planas y resistentes.
- Se apoyarán sobre los montantes.
- El ascenso y descenso se efectuará siempre frente a las mismas.
- Si la escalera no puede amarrarse a la estructura, se precisará un operario auxiliar en su base.

En las inmediaciones de líneas eléctricas se mantendrán las distancias de seguridad. Alta tensión: 5 m. Baja tensión: 3 m.

Las escaleras de tijeras estarán provistas de cadenas ó cables que impidan su abertura al ser utilizadas, así como topes en su extremo superior.

#### **4.1.15 Escaleras de mano de un solo cuerpo**

No deberán salvar más de 5 m de altura, a no ser que estén reforzadas, siempre se acuerdo con las condiciones y limitaciones establecidas por el fabricante.

La inclinación de la escalera apoyada deberá estar en torno a los 75 grados.

La parte superior de los montantes debe sobrepasar en un metro su punto superior de apoyo. Escaleras de mano telescópicas:

- Dispondrán como máximo de dos tramos de prolongación, además del de base, cuya longitud máxima total del conjunto no superará los 12 m.
- Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.
- La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm, siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

#### **4.1.16 Cuerda de retenida**

Utilizada para posicionar y dirigir manualmente la trayectoria de los equipos, en su aproximación a la zona de colocación o acopio, constituida por poliamida de alta tenacidad, calabroteada de 12 mm de diámetro, como mínimo.

#### 4.1.17 Aparatos elevadores (Grúas torre)

Básicamente deberán comprobarse los siguientes sistemas preventivos de reglaje durante su utilización:

- Traslación.
- Momento de vuelco.
- Carga máxima.
- Final de recorrido de gancho de elevación.
- Final de recorrido de carro.
- Final de recorrido de orientación.
- Anemómetro.
- Seguridad eléctrica de sobrecarga.
- Punteado para paso de simple a doble reenvío.
- Seguridades físicas para casos especiales.
- Seguridades físicas de los medios auxiliares accesorios para el transporte y elevación de cargas.

##### **Seguridad de traslación**

Se coloca en la parte inferior de la grúa torre, adosada a la base y consiste normalmente en un microrruptor tipo "lira" o similar, que, al ser accionado por un resbalón colocado en ambos extremos de la vía, detiene la traslación de la grúa en el sentido deseado y permite que se traslade en sentido opuesto. Los resbalones se colocan como mínimo 1 m antes de los topes de la vía y éstos un metro antes del final del carril, de esta forma queda asegurada eléctrica y mecánicamente la parada correcta de la traslación de la grúa.

##### **Seguridad de momento de vuelco**

Es la medida preventiva más importante de la grúa, dado que impide el trabajar con cargas y distancias que pongan en peligro la estabilidad de la grúa.

En las grúas torre normales, la seguridad de momento consiste en una barra situada en alguna zona de la grúa que trabaje a tracción (p.e. atado de tirante) y que dicha tracción sea proporcional al momento de vuelco de la carga. En las grúas autodesplegables, éste dispositivo de seguridad va colocado en el tirante posterior. En ambos casos, se gradúa la seguridad de tal forma que no corte con la carga nominal en punta de flecha e impide los movimientos de "elevación y carro adelante", al sobrecargar por encima de la carga nominal en punta de flecha.

En grúas de gran tamaño, puede ser interesante el disponer de dos sistemas de seguridad antivuelco, graduados para carga en punta y en pie de flecha, por variación de sensibilidad. A su vez, el sistema de seguridad puede ser de una etapa (o corte directo) o de tres etapas con aviso previo (bocina, luz y corte).

##### **Seguridad de carga máxima**

Es el sistema de protección que impide trabajar con cargas superiores a las máximas admitidas por el cabrestante de elevación, es decir, por la carga nominal del pie de flecha.

Normalmente van montadas en pie de flecha o contraflecha y están formadas por arandelas tipo "Schnor", accionadas por el tiro del cable de elevación. Al deformarse las arandelas, accionan un micro ruptor que impide la ELEVACION de la carga y en algunos modelos, también que el carro se traslade hacia ADELANTE. Se regulan de forma que con la carga nominal no corten y lo hagan netamente, al sobrepasar esta carga nominal como máximo en un 10%.

#### **Seguridad de final de recorrido de gancho de elevación**

Consiste en dos microrruptores, que impiden la elevación del gancho cuando éste se encuentra en las cercanías del carro y el descensor del mismo por debajo de la cota elegida como inferior (cota cero). De ésta forma, se impiden las falsas maniobras de choque del gancho contra el carro y el aflojamiento del cable de elevación por posar el gancho en el suelo.

#### **Seguridad de final de recorrido de carro**

Impide que el carro se traslade más adelante o más atrás que los puntos deseados en ambos extremos de la flecha. Su actuación se realiza mediante un reductor que acciona dos levas excéntricas que actúan sobre dos microrruptores, que cortan el movimiento ADELANTE en punta de flecha y ATRAS en pie de flecha.

Como complemento, y más hacia los extremos, se encuentran los topes elásticos del carro que impiden que éste se salga de las guías, aunque fallen los dispositivos de seguridad.

#### **Seguridad de final de recorrido de orientación**

Este sistema de seguridad es de sumo interés cuando se hace preciso regular el campo de trabajo de la grúa en su zona de orientación de barrido horizontal (p.e. en presencia de obstáculos tales como edificios u otras grúas). Normalmente consiste en una rueda dentada accionada por la corona y que, a través de un reductor, acciona unas levas que actúan sobre los correspondientes microrruptores.

Funciona siempre con un equipo limitador de orientación, que impide que la grúa de siempre vueltas en el mismo sentido. El campo de reglaje es de 1/4 de vuelta a 4 vueltas y permite que la "columna montante" del cable eléctrico no se deteriore por torsión.

En las grúas con cabestraste en mástil o "parte fija" ayuda a la buena conservación del cable de elevación.

#### **Anemómetro**

Sirve para avisar y detener la grúa cuando la velocidad del viento sobrepasa determinados valores. Se taran normalmente para avisar (bocina) entre 40/50 Km/h y para parar la grúa entre 50/60 Km/h.

Consiste en un anemómetro provisto de 2 microrruptores colocados de forma que su accionamiento se efectúe a las velocidades previstas.

Debe colocarse en los lugares de la grúa más expuestos a la acción del viento (p.e. en punta de torreta).

### **Seguridades eléctricas de sobrecarga**

Sirven para proteger los motores de elevación de varias velocidades, impidiendo que se puedan elevar las cargas pesadas a velocidades no previstas. Para ello, existe un contactor auxiliar que sólo permite pasar por ejemplo de 2ª a 3ª velocidad, cuando la carga en 2ª da un valor en Amperios menor al predeterminado. Este sistema de seguridad suele ser independiente de los relés térmicos.

### **Normas de carácter general**

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Las eslingas llevarán estampilladas en los casquillos prensados la identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima, según los criterios establecidos anteriormente en este mismo procedimiento.

En las fases de transporte y colocación de las armaduras, en ningún momento los operarios estarán debajo de la carga suspendida. La carga deberá estar bien repartida y las eslingas o cadenas que la sujetan deberán tener argollas ó ganchos con pestillo de seguridad.

El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera, frenos y velocidades, así como de los limitadores de giro, si los tuviera.

Si durante el funcionamiento de la grúa se observara que los comandos de la grúa no se corresponden con los movimientos de la misma, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección técnica de la obra.

Se seguirán las siguientes normas de seguridad.

- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas.
- No se realizarán tiros sesgados.
- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería deberá ser subsanado por personal especializado.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.
- Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido, para evitar el retorcimiento del cable de elevación.
- Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada.
- Al terminar el trabajo se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en veleta. Si la grúa es sobre raíles se sujetará mediante las correspondientes mordazas.
- Al término de la jornada de trabajo, se pondrán los mandos a cero, no se dejarán cargas suspendidas y se desconectará la corriente eléctrica en el cuadro secundario.

#### **4.1.18 Eslingas de cadena**

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### **4.1.19 Eslinga de cable**

A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazaras estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### **4.1.20 Cable "de llamada"**

Seguricable paralelo e independiente al principal de izado y sustentación de las cestas sobre las que tenga que trabajar el personal: Variables según los fabricantes y los dispositivos de afianzamiento y bloqueo utilizados.

#### **4.1.21 Adecuación del tajo en el lugar de carga**

Establecer un canal de entrada y salida de las unidades de acopio y evacuación de materiales en general Establecer un ritmo de trabajo que evite las acumulaciones.

Trabajar desde la cota superior hacia la inferior para aprovechar la fuerza de la gravedad.

#### **4.1.22 Caída de objetos**

Se evitará el paso de persona bajo las cargas suspendidas en todo caso se acotarán las áreas de trabajo.

Las parrillas de armaduras empleadas para la realización de muros pantalla se colgarán para su transporte por medio de vigas de reparto o eslingas de brazos múltiples para asegurar el izado sin tensiones, bien eslingadas y provistas en sus ganchos de pestillo de seguridad.

El izado de los materiales alargados, se realizará manteniendo la horizontalidad de los mismos. Preferentemente el transporte de materiales se realizará sobre bateas para impedir el corrimiento de la carga.

#### **4.1.23 Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza**

Las aperturas de huecos horizontales, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas preferiblemente prefabricadas de metal o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria y capaz de resistir 300 Kg de peso, dotada de guirnaldas de iluminación nocturna.

En verano, proceder al regado previo de las zonas de paso y de trabajo que puedan originar polvareda durante el trasiego de armaduras.

Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.,) en lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

La distancia mínima entre las partes móviles más salientes de la maquinaria empleada para el preformado, acopios de armaduras y alcance de las mismas, y los obstáculos verticales más próximos, será de 70 cm en horizontal y 2,50 m en altura en los obstáculos horizontales para evitar alcances a personas.

#### **4.1.24 Protección de personas contra contactos eléctricos**

La instalación eléctrica estará ajustada al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por instalador homologado.

Cables adecuados a la carga que han de soportar, conexiónados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindadas e interconexiónados con uniones antihumedad y antichoque.

Fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 78 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas a instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados, interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

Los cables eléctricos que presenten defectos de recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión:  $3,3 + \text{tensión (en KV)}/100$ .

Tajos en condiciones de humedad muy elevada: es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

#### **4.1.25 Prevención de incendios, orden y limpieza**

Junto a los acopios de materiales combustibles, en oficinas y almacenes, se dispondrá de unos extintores adecuados en número y capacidad al riesgo de incendio de la zona.

El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto halogenado para combatir incendios. Como es obvio, no se debe utilizar jamás agua o espumas, para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de aparcamiento de maquinaria en general.

#### **4.1.26 Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo**

Establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.

Estará terminantemente prohibido colocar focos para alumbrado reposando sobre las armaduras.

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, redes, mallazo o ménsula que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

Se efectuarán apuntalamientos cuando los encofrados no tengan garantías de estabilidad durante la fase de colocación de armaduras. Se ejecutarán recalces cuando el comportamiento de la cimentación contigua o el terreno inestable contiguo a la zona de armado lo exija.

Siempre que existan interferencias entre los trabajos de conformación y montaje de armaduras y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.

#### **4.1.27 Señalización de seguridad**

El Real Decreto 485/97 de 14 de abril, BOE de 23/4/97 establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad.

##### **Señales de prohibición**

Forma:                      Circulo

Color de seguridad:    Rojo

Color de contraste: Blanco

Color de Símbolo: Negro

#### **Señales de indicación de peligro**

Forma: Triángulo equilátero

Color de seguridad: Amarillo

Color de contraste: Negro

Color de símbolo: Negro

#### **Señales de información de seguridad**

Forma: Rectangular

Color de seguridad: Verde

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

#### **Señales de obligación**

Forma: Circulo

Color de seguridad: Azul

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

#### **Señales de información**

Forma: Rectangular

Color de seguridad: Azul

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

#### **Señalización y localización equipos contra incendios**

Forma: Rectangular

Color de seguridad: Rojo

Color de contraste: Blanco

Color de símbolo: Blanco

Las dimensiones de las señales serán las siguientes:

La superficie de la señal, S (m<sup>2</sup>), ha de ser tal que  $S > L^2/2000$ , siendo L la distancia máxima en (m) de observación prevista para una señal (formula aplicable para  $L < 50$  m).

En general se adoptarán los valores normalizados por UNE 175, serie A.

Las señales de seguridad pueden ser complementadas por letreros preventivos auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utiliza conjuntamente con

la señal normalizada de seguridad. Son de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal que acompañan, y colocadas debajo de ellas.

Este tipo de señales se encuentran en el mercado en diferentes soportes (plásticos, aluminio, etc.) y en distintas calidades y tipos de acabado (reflectante, fotoluminiscente, etc.).

#### **4.1.28 Cinta de señalización y de delimitación de zona de trabajo**

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60º con la horizontal.

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

#### **4.1.29 Señales óptico acústicas de vehículos de obra**

Las máquinas autoportantes que ocasionalmente puedan intervenir en la evacuación de materiales de la excavación manual deberá disponer de:

- 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.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

#### **4.1.30 Iluminación**

Se atenderá a lo dispuesto por el R.D. 486/1.997 Zonas de paso: 50 lux

Zonas de trabajo: 200 lux

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad. Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.

## **5. ANEXO 2.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE CONTAGIOS DEL SARS-COV-2**

### **5.1 Antes de ir al trabajo**

Si se presenta cualquier sintomatología (tos, fiebre, dificultad al respirar, etc.) que pudiera estar asociada con el COVID-19 no se deberá acudir al trabajo y se deberá contactar con el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa o con el teléfono de atención al COVID-19 de la comunidad autónoma o con el centro de atención primaria y se deberá seguir las instrucciones. No se deberá acudir al centro de trabajo hasta que se confirme que no hay riesgo para usted o el resto de personas.

Si se ha estado en contacto estrecho (convivientes, familiares y personas que hayan estado en el mismo lugar que un caso mientras el caso presentaba síntomas a una distancia menor de 2 metros durante un tiempo de al menos 15 minutos) con una persona afectada por el COVID-19, tampoco se deberá acudir al puesto de trabajo, incluso en ausencia de síntomas, por un espacio de al menos 14 días. Durante ese periodo se deberá realizar un seguimiento por si aparecen signos de la enfermedad.

### **5.2 Desplazamientos al trabajo**

Siempre que el trabajador pueda, debe dar prioridad a utilizar las opciones de movilidad que mejor garanticen la distancia interpersonal de aproximadamente 2 metros.

En relación con las medidas que se deben adoptar durante los desplazamientos, se atenderá a las instrucciones que dicten las autoridades competentes en cada momento, en función de las fases de la desescalada y del tipo de transporte que se vaya a utilizar.

Si el trabajador va caminando al trabajo, debe guardar la distancia de seguridad.

Si el trabajador se desplaza en un turismo, debe extremar las medidas de limpieza y desinfección del vehículo.

### **5.3 Medidas organizativas en la obra**

En relación con la gestión de la seguridad y salud en las obras de construcción, se deben tener en cuenta estas consideraciones esenciales:

- La pandemia originada por el coronavirus SARS-CoV-2 exige que en las obras de construcción deban adoptarse medidas para proteger a los trabajadores frente al contagio. Estas medidas van a afectar, muy probablemente, a las condiciones técnicas y organizativas del trabajo, a los plazos de ejecución y a los costes de la obra. No obstante, es esencial asumir estos cambios extraordinarios, así como integrar las recomendaciones e instrucciones que en cada momento dicten las autoridades sanitarias, con el fin de frenar la pandemia y reducir el número de afectados.

- Siempre que las medidas que se adopten para evitar la transmisión del SARS-CoV-2 afecten a la organización y a las condiciones de trabajo de la obra (influyendo sobre aspectos tales como el emplazamiento y diseño de los puestos, ubicación de instalaciones comunes, selección de equipos de trabajo, concurrencia de actividades, procedimientos de trabajo, programación de las tareas, etc.), quedarán reflejadas en el plan de seguridad y salud. De esta forma, todos los intervinientes en la obra tendrán constancia y conocerán las nuevas medidas que se van a implantar. No obstante, se debe buscar la fórmula que permita llevar a cabo lo anterior con la mayor celeridad posible. Así, se podrá acordar entre las distintas figuras (por ejemplo: mediante reuniones telemáticas) las acciones más adecuadas para evitar el contagio en la obra y recoger estos acuerdos en actas, protocolos, etc. que pueden ser incorporados al plan de seguridad y salud en el trabajo. Cabe remarcar, que el libro de incidencias será utilizado, en estos casos, para dejar constancia de las modificaciones del citado plan. Criterio del INSST de Medidas frente a COVID-19 y plan de seguridad y salud en el trabajo en las obras de construcción.
- Una de las características de las obras de construcción es la intervención de numerosas figuras en la gestión de la seguridad y salud laboral de las mismas (promotor, coordinador en materia de seguridad y salud, dirección facultativa, contratistas, subcontratistas, trabajadores autónomos, etc.). Es especialmente relevante, en la situación actual, la coordinación y cooperación entre todas ellas, cada una desde el papel que le corresponda desempeñar, para promover, valorar, acordar, planificar, implantar y controlar las medidas extraordinarias que sean necesarias para evitar el contagio por SARS-CoV-2. En este sentido, se ha de considerar que el plan de seguridad y salud en el trabajo es una herramienta nuclear para articular de forma eficaz esta necesaria coordinación y cooperación entre las figuras intervinientes en la obra.
- Una vez se hayan realizado los ajustes necesarios en la organización de la obra y, antes de iniciar los trabajos, se deberá garantizar que se dispone de los medios materiales (por ejemplo: señalización, cintas para delimitar puestos, barreras físicas, etc.) que se ha previsto utilizar y que todos los intervinientes en la obra están correctamente informados acerca de las nuevas medidas que haya sido necesario adoptar.

El servicio sanitario del servicio de prevención de riesgos laborales (SPRL) de cada empresa interviniente en la obra deberá evaluar la existencia de trabajadores especialmente sensibles a la infección por SARS-CoV-2 y, en consecuencia, se determinarán las medidas de prevención, adaptación y protección adicionales necesarias, siguiendo lo establecido en el Procedimiento de actuación para los servicios de prevención de riesgos laborales frente a la exposición al SARS-CoV-2.

Se concienciará a los trabajadores sobre la importancia de comunicar al servicio de prevención, lo antes posible, si presentan síntomas compatibles con la enfermedad o, en su caso, si han estado en contacto estrecho con personas que los presenten. A tal efecto, la empresa informará a los trabajadores sobre cuáles son los síntomas de COVID-19.

Se informará y formará a los trabajadores sobre los riesgos derivados de coronavirus, con especial atención a las vías de transmisión y a las medidas de prevención y protección adoptadas.

Se identificarán aquellas actuaciones en la obra que puedan realizarse sin necesidad de presencia física en la misma, promoviendo otras formas de llevarlas a cabo (por ejemplo: las reuniones de coordinación pueden realizarse de forma telemática, el coordinador en materia de seguridad y salud en el trabajo y/o la dirección facultativa pueden dar algunas de las instrucciones por teléfono/correo electrónico, incluso utilizar herramientas audiovisuales para comprobar que las instrucciones se han llevado a cabo). Cuando deban visitar la obra, se planificará de tal manera que se minimice el contacto con otras personas.

Se adoptarán medidas para que únicamente acceda a la obra personal autorizado y se establecerán los medios de información necesarios (por ejemplo, carteles, notas informativas, megafonía, etc.) para garantizar que todas las personas que accedan conocen y asumen las medidas adoptadas para evitar contagios.

En caso de ser necesarios desplazamientos en vehículo por la obra, se limitará el número de personas que ocupan dicho vehículo simultáneamente tratando de mantener la distancia social recomendada, aumentando la frecuencia de los desplazamientos si fuese necesario.

En la medida en que se pueda, se minimizará la concurrencia en la obra con objeto de reducir el número de personas afectadas en caso de contagio (por ejemplo: espaciando los trabajos en el tiempo de manera que se reduzca la coincidencia de trabajadores, aunque esto implique ampliar los plazos de ejecución).

Se organizarán los trabajos de forma que se mantenga una distancia de seguridad de 2 metros entre trabajadores. Algunos de los ajustes que podrían valorarse son: reubicación los puestos de trabajo dentro la obra, posponer algunos trabajos para evitar la coincidencia en el mismo espacio y al mismo tiempo, asignar horarios específicos para cada actividad y trabajador por áreas de la obra, etc. Esto implica tener que revisar la programación de la obra y analizar qué actividades de las que estaba previsto realizar simultáneamente podrán seguir llevándose a cabo conforme a lo planificado o, en caso contrario, deberá adaptarse la programación inicial de la obra para que las mismas puedan ejecutarse manteniendo la distancia social recomendada.

Cuando lo anterior no sea factible, se valorará, para los puestos en los que sea posible, la instalación de barreras físicas, tales como mamparas de materiales transparentes (plástico duro rígido, metacrilato, cristal o, en defecto de los anteriores, plástico duro flexible –generalmente suministrado en rollos-) para no obstaculizar la visibilidad de los trabajadores, resistentes a rotura por impacto y fáciles de limpiar y desinfectar. Dispondrán, si fuera necesario, de elementos que las hagan fácilmente identificables para evitar riesgo de golpes o choques.

Cuando no se pueda mantener una distancia de 2 metros entre trabajadores o entre estos y personal ajeno a la obra, ni sea posible la instalación de barreras físicas para separarlos, se estudiarán otras alternativas de protección adecuadas (como puede ser el uso de mascarillas adecuadas a cada caso) de acuerdo con la información recabada mediante la evaluación de riesgos laborales.

Se adoptarán medidas para evitar el contagio en aquellas situaciones en que personal ajeno a la obra deba acceder necesariamente a la misma, bien manteniendo la distancia recomendada, bien mediante separaciones físicas. Concretamente, para el caso de la recepción de materiales en la obra podrán adoptarse, entre otras, las siguientes medidas:

- Se informará, con antelación suficiente, a los suministradores de material sobre aquellas medidas que se hayan adoptado excepcionalmente en la obra en relación con la recepción de mercancía y otras generales que deban conocer.
- Se organizará la recepción de los materiales para que no coincidan diferentes suministradores en la obra.
- Se realizará la descarga de material en zonas específicas de la obra evitando la concurrencia con los trabajadores de la misma (salvo con los que sea imprescindible).
- Cuando sea personal de la obra quien descargue el material, el conductor deberá permanecer en la cabina del vehículo.
- Cuando sea el transportista el que realice la carga/descarga de la mercancía, esta se dispondrá en lugares específicos para que llevar a cabo esta operación sin entrar en contacto con ninguna persona de la obra o manteniendo una distancia de 2 metros.
- Se fomentará, en todo caso, la descarga mecanizada del material debiendo evitar el uso de los equipos destinados a tal fin por parte de varios trabajadores o debiendo limpiarse y desinfectarse estos adecuadamente tras cada uso. Esto se aplicará, igualmente, en aquellos casos en que se cedan los equipos al transportista para que sea el mismo quien los utilice.
- Se acordarán con el suministrador de material, previamente, formas alternativas para la entrega y recepción de los albaranes que eviten el contacto con personal de la obra (por ejemplo: correo electrónico, teléfono, etc.).

#### **5.4 Medidas en caso de contagio o sospecha**

El servicio sanitario del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales será el encargado de establecer los mecanismos para la investigación y seguimiento de los contactos estrechos y del personal sintomático en el ámbito de sus competencias, de forma coordinada con las autoridades de Salud Pública.

#### **5.5 Medidas de higiene en la obra**

En aquellas obras que se realicen en un recinto cerrado, este se ventilará periódicamente, como mínimo, de forma diaria y por espacio de cinco minutos.

Se recomienda el uso individualizado de herramientas y otros equipos de trabajo debiendo desinfectarse tras su utilización. Cuando el uso de herramientas u otros equipos no sea exclusivo de un solo trabajador, se desinfectarán entre usos. En aquellos casos en que se hayan alquilado equipos de trabajo (por ejemplo: PEMP, andamios, maquinaria para movimiento de tierras, etc.), se desinfectarán antes de su utilización en la obra y tras el mismo para evitar la propagación del virus entre distintas obras. Se acordará con las empresas de alquiler de equipos de trabajo quién se responsabiliza de esta desinfección y con qué productos debe llevarse a cabo.

Se establecerán turnos para el uso de las zonas comunes (comedor, aseos, vestuarios, etc.) para garantizar que puedan respetarse las distancias de seguridad en todo momento debiendo desinfectarse periódicamente, preferiblemente entre usos.

Los detergentes habituales son suficientes, aunque también se pueden contemplar la incorporación de lejía u otros productos desinfectantes a las rutinas de limpieza, siempre en condiciones de seguridad.

Es preciso proveer al personal de los productos de higiene necesarios para poder seguir las recomendaciones individuales, adaptándose a cada actividad concreta. Con carácter general, es necesario mantener un aprovisionamiento adecuado de jabón, solución hidroalcohólica y pañuelos desechables.

Se proporcionarán toallitas y productos desinfectantes para teléfonos, teclados, etc.

Se atenderá a las recomendaciones de carácter profesional y de higiene y limpieza que puedan establecer las autoridades sanitarias respecto a protocolos de trabajo, protección y limpieza y desinfección de espacios concretos como comedores, aseos, etc.

Se reforzarán las siguientes medidas:

- Lavado frecuente de manos con agua y jabón o con una solución hidroalcohólica.
- Evitar tocarse ojos, la nariz y boca.
- Cubrirse la boca al toser o estornudar con el codo o con un pañuelo desechable que se tirará tras su uso.
- Se evitará fumar, beber o comer sin lavarse previamente las manos.
- Realizar medidas de desinfección y lavado de manos de los trabajadores antes del acceso a vestuarios, comedores, etc.
- Se recordará frecuentemente a los trabajadores de la obra la necesidad de extremar las medidas de higiene personal.

## **5.6 Gestión de los residuos en la obra**

La gestión de los residuos ordinarios continuará realizándose del modo habitual, respetando los protocolos de separación de residuos.

Se recomienda que los pañuelos desechables que el personal emplee para el secado de manos o para el cumplimiento de la “etiqueta respiratoria” sean desechados en papeleras o contenedores protegidos con tapa y, a ser posible, accionados por pedal.

Todo material de higiene personal (mascarillas, guantes de látex, etc.) debe depositarse en la fracción resto (agrupación de residuos de origen doméstico que se obtiene una vez efectuadas las recogidas separadas).

En caso de que un trabajador presente síntomas mientras se encuentre en su puesto de trabajo, será preciso aislar el contenedor donde haya depositado pañuelos u otros productos usados. Esa bolsa de basura deberá ser extraída y colocada en una segunda bolsa de basura, con cierre, para su depósito en la fracción resto.

## **6. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **6.1 Planificación y organización de la seguridad y salud laboral**

#### **6.1.1 Ordenación de la acción preventiva**

##### **6.1.1.1 Criterios de selección de las medidas preventivas**

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

Identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, con indicación de las medidas preventivas. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.

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 selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud. (Ergonomía)

Tener en cuenta la evolución de la técnica.

Sustituir lo peligroso por lo que entraña 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, formación e información.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

### **6.1.1.2 Planificación y organización**

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

La empresa constructora deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de Seguridad y Salud laboral, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

### **6.1.1.3 Coordinación de actividades empresariales**

Se adoptarán las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre Seguridad y Salud laboral en el trabajo.

Se vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

Se vigilará que los trabajadores autónomos cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

## **6.1.2 Organigrama funcional**

### **6.1.2.1 Servicios de Prevención**

En los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrán de servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos. El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por el contratista directamente.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.

Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores. Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia. La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.

Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra, todo ello al amparo de dispuesto por el R.D. 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

### **6.1.2.2 Los representantes de los trabajadores**

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre Seguridad y Salud laboral en el Trabajo, de acuerdo con el anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista deberá proporcionar a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de "sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia. Dicha formación se reitera con la periodicidad necesaria.

### **6.1.2.3 Comité de Seguridad y Salud**

Se constituirá obligatoriamente un Comité de Seguridad y Salud cuando la obra cuente con más de 50 trabajadores. Estará compuesto por los representantes de los trabajadores y por el contratista o sus representantes, en igual número. Su organización, funciones, competencias y facultades serán las determinadas legalmente.

#### **6.1.2.4 Coordinador de Seguridad y salud Laboral, técnicos y mandos intermedios**

El contratista deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud laboral y será su representante e interlocutor ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, en el supuesto de no ejercitar por sí mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, el contratista habrá de dar conocimiento al Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

La persona asignada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditar tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El coordinador de la seguridad deberá ejercer sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, el contratista deberá determinar, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma.

#### **6.1.2.5 Coordinación de los distintos órganos especializados**

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra, deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, de modo que se consiga una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso y se posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la Seguridad y Salud laboral del conjunto de la obra.

El contratista de la obra o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El contratista principal organizará la coordinación y cooperación en materia de seguridad y salud que propicien actuaciones conjuntas sin interferencias, mediante un intercambio constante de información sobre las acciones previstas o en ejecución y cuantas reuniones sean necesarias para contraste de pronunciamientos y puesta en común de las actuaciones a emprender.

## **6.2 Normas generales de seguimiento y control**

### **6.2.1 Toma de decisiones**

Con independencia de que por parte del contratista, su representante, los representantes legales de los trabajadores o Autoridad Laboral se pueda llevar a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud, la toma de decisiones en relación con el mismo corresponderá al responsable de la prevención, salvo que se trate de casos en que hayan de adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión deberá tomarse por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del responsable de la Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

### **6.2.2 Evaluación continua de los riesgos**

Por parte del contratista principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado, antes de reiniciar los trabajos afectados.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el contratista deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

### **6.2.3 Controles periódicos**

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaran indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el contratista deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el contratista deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias.

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplan la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

El personal directivo de la empresa principal, delegado o representante del contratista, técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra deben cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud laboral y las normas o disposiciones vigentes sobre la materia.

#### **6.2.4 Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras**

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se aprecie por el contratista la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable de la Seguridad y Salud laboral su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el responsable de la Seguridad y Salud laboral observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral y requiriese la adopción de las medidas correctoras que procedan, vendrá obligado su ejecución en el plazo que se fije para ello. A la empresa constructora, no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad, la responsabilidad "in vigilando", de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

#### **6.2.5 Paralización de los trabajos**

Cuando se observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, se dispondrá la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados.

Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello

deberá informarse, por parte del contratista principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

### **6.2.6 Registro y comunicación de datos e incidencias**

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral. Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Organismos de la Administración autónoma, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud laboral y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el contratista principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la Inspección de Trabajo de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Salud y Seguridad y al representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y salud laboral que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral.

Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del contratista, y a ellos deberán tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

### **6.2.7 Colaboración con el responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud laboral**

El contratista deberá proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral cuantos medios sean precisos para que pueda llevar a cabo su labor de inspección y vigilancia.

El contratista se encargará de coordinar las diversas actuaciones de seguimiento y control que se lleven a cabo por los distintos órganos facultados para ello, de manera que no se produzcan interferencias y contradicciones en la acción preventiva y deberá, igualmente, establecer los mecanismos que faciliten la colaboración e interconexión entre los órganos referidos.

El contratista habrá de posibilitar que el responsable del seguimiento y control del Plan pueda seguir el desarrollo de las inspecciones e investigaciones que lleven a cabo los órganos competentes.

Del resultado de las visitas a obra del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se dará cuenta por parte del contratista principal a los representantes de los trabajadores.

## 6.2.8 Reuniones de seguimiento y control interno

Las reuniones de seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud laboral de la obra tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como propiciar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la Seguridad y Salud laboral de la obra.

En las reuniones del Comité de S. y S., participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa. Pueden participar en las mismas condiciones, trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones a debatir en dicho órgano, o técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones del Comité.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueren, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o las que se estimen convenientes por quienes estén facultados para ello.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente o por los Convenios Colectivos Provinciales, las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, en la que se recojan las deliberaciones y acuerdos adoptados. El contratista o su representante vienen obligados a proporcionar al responsable de Seguridad y Salud laboral cuanta información o documentación le sea solicitada por el mismo sobre las cuestiones debatidas.

Se llevará, asimismo, un libro de actas y se redactará una memoria de actividades, y en casos graves y especiales de accidentes, o enfermedades profesionales se emitirá un informe completo con el resultado de las investigaciones realizadas y la documentación se pondrá a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el contratista principal deberá promover, además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes.

## **7. FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

### **7.1 Acciones formativas**

#### **7.1.1 Normas generales**

Como mínimo los Delegados de Prevención y sucesivamente todo el personal recibirá formación de acuerdo con el Anexo IV del R.D. 39/97

El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

#### **7.1.2 Contenido de las acciones de formación**

- A) A nivel de mandos intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:
- Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra.
  - Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.
  - Normativa sobre Seguridad y Salud laboral. Factores técnicos y humanos.
  - Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo. Protecciones colectivas e individuales.
  - Salud laboral.
  - Socorrismo y primeros auxilios.
  - Organización de la Seguridad y Salud laboral de la obra. Responsabilidades.
  - Obligaciones y derechos de los trabajadores.
- B) A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:
- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud laboral Causas y consecuencias de los accidentes.
  - Normas de Seguridad y Salud laboral (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc).
  - Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
  - Socorrismo y primeros auxilios.
  - Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
  - Salud laboral.
  - Obligaciones y derechos.

- C) A nivel de representantes de los trabajadores en materia de SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:
- Investigación de los accidentes y partes de accidentes. Estadística de la siniestralidad.
  - Inspecciones de seguridad.
  - Legislación sobre Seguridad y Salud laboral. Responsabilidades.
  - Coordinación con otros órganos especializados.

### **7.1.3 Organización de la acción formativa**

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud laboral contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de Seguridad y Salud laboral sean los más aconsejables en cada caso.

En el Plan de Seguridad y Salud laboral que haya de presentar el contratista se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado en el presente Pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada: número, duración por cada sesión, períodos de impetración, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

## **7.2 Instrucciones generales y específicas**

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El contratista habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento y otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el contratista o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

### **7.3 Información y divulgación**

El contratista o sus representantes en la obra deberán informar a los trabajadores de:

Los resultados de las valoraciones y controles del medio-ambiente laboral correspondientes a sus puestos de trabajo, así como los datos relativos a su estado de salud en relación con los riesgos a los que puedan encontrarse expuesto.

Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o deban adoptarse por el contratista, en su caso, especialmente aquéllas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las referidas a riesgo grave e inminente.

La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o que deban adoptarse en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.

Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.

El derecho que tienen a paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud y no se hubiesen podido poner en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.

Las informaciones anteriormente mencionadas deberán ser proporcionadas personalmente al trabajador, dentro del horario laboral o fuera del mismo, considerándose en ambos casos como tiempo de trabajo el empleado para tal comunicación.

Asimismo, habrá de proporcionarse información a los trabajadores, por el contratista o sus representantes en la obra, sobre:

Obligaciones y derechos del contratista y de los trabajadores.

Funciones y facultades de los Servicios de Prevención, Comités de Salud y Seguridad y delegados de Prevención. Servicios médicos y de asistencia sanitaria con indicación del nombre y ubicación del centro asistencial al que acudir en caso de accidente.

Organigrama funcional del personal de Seguridad y Salud laboral de la empresa adscrita a la obra y de los órganos de prevención que inciden en la misma.

Datos sobre el seguimiento de la siniestralidad y sobre las actuaciones preventivas que se llevan a cabo en la obra por la empresa.

Estudios, investigaciones y estadísticas sobre la salud de los trabajadores.

Toda la información referida se les suministrará por escrito a los trabajadores o, en su defecto, se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, como oficina de obra, vestuarios o comedores, en cuyo caso habrá de darse conocimiento de ello.

El contratista deberá disponer en la oficina de obra de un ejemplar del Plan de Seguridad y Salud laboral aprobado y de las normas y disposiciones vigentes que incidan en la obra.

En la oficina de obra se contará, también, con un ejemplar del Plan y de las normas señaladas, para ponerlos a disposición de cuantas personas o instituciones hayan de intervenir, reglamentariamente, en relación con ellos.

El contratista o sus representantes deberán proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral toda la información documental relativa a las distintas incidencias que puedan producirse en relación con dicho Plan y con las condiciones de trabajo de la obra.

El contratista deberá colocar en lugares visibles de la obra rótulos o carteles anunciadores, con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Deberá exponer, asimismo, los que le sean proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.

El contratista deberá publicar mediante cartel indicado, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la Seguridad y Salud laboral de la obra y de los distintos órganos especializados en materia de prevención de riesgos que incidan en la misma, con expresión del nombre, razón jurídica, categoría a cualificación, localización y funciones de cada componente de los mismos. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en el seno de dichos órganos.

#### **7.4 Atribuciones Generales de Seguridad del personal facultativo de obra**

Independiente de las atribuciones, obligaciones y responsabilidades que el R.D.1426/97 establece para los Responsables de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra y durante la elaboración del proyecto, las cuales vienen definidas en el mismo.

La empresa constructora en su estructura de gestión empresarial tiene fijado para todos sus Centros de Trabajo, el sistema de "Seguridad Integrada", es decir considera que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Pérdidas y el Control de la Calidad Total, son tareas directivas a realizar por las diferentes "Líneas de Mando" habituales en la misma y que incluyen desde la Alta Dirección hasta Jefes de Equipo, Capataces así como los Responsables Técnicos a pie de obra de las empresas subcontratadas, siendo todos ellos, y a su nivel, Supervisores de Seguridad. Por principio, el

Supervisor es responsable de cuantas actividades se desarrollen en su área de competencia, incluyendo naturalmente, la seguridad de las personas e instalaciones a su cargo.

A la hora de establecer prioridades, la Prevención de Accidentes ocupa el mismo nivel de importancia que la Producción, la Calidad y los Costos.

A continuación, van descritas las más relevantes funciones de tipo general, entre las que destacan:

1. Encargados de que todos los que participan en una operación bajo su mando reciben el entrenamiento adecuado para la realización de los trabajos a ellos encomendados con un grado aceptable de aseguramiento de la calidad y del control de los riesgos para las personas y las cosas.
2. Encargados de que los Planes de Seguridad que afecten a su área de trabajo estén actualizados, a disposición de los ejecutantes y que sea exigido su cumplimiento.
3. Encargados de que exista la información suficiente sobre los riesgos de exposición a los productos, medios auxiliares, máquinas y herramientas utilizadas en su área de responsabilidad. Si no existiese, deberá solicitarla al suministrador o departamento competente para facilitarla, y en última instancia, al Director o Responsable de su Centro de Trabajo.
4. Encargados de que en su área se cumpla con el programa de Seguridad, previamente establecido.
5. Encargados de que exista en su área de responsabilidad y se realice prácticamente un programa rutinario de comprobación del entorno laboral, los medios, aparatos y dispositivos que existan en relación con la Prevención. En particular:

Prendas y Equipos de Protección Individual, su estado y mínimos de utilización. Sistemas de Protección Colectiva y su eficacia preventiva.

Equipos de detección de riesgos higiénicos y comprobación del medio ambiente de trabajo.

Estado de limpieza y salubridad de las instalaciones de implantación provisional a utilizar por el personal de obra. Estado y funcionamiento de los recipientes de gases a presión, retimbrado de los mismos y válvulas de seguridad. Mangueras y juntas de expansión.

Maquinaria, máquinas herramientas, instrumentos críticos, medios auxiliares, aparatos de elevación, herramientas y en general todos aquellos sistemas o equipos que se consideren problemáticos o peligrosos en condiciones normales de trabajo.

Condiciones climatológicas adversas.

Almacenamiento de productos tóxicos, contaminantes y/o peligrosos. Etc.

1. Encargados de efectuar las revisiones de Seguridad del área a su cargo, en relación

con las distintas operaciones que allí se realicen. En el caso de que su realización se salga fuera de su competencia, solicitarla de los correspondientes Servicios o Especialistas, propios o concertados.

2. Encargados de informar, mediante reuniones de seguridad, charlas de tajo u otros medios, siempre que ocurra un accidente o incidente potencialmente importantes en su área de responsabilidad, para su estudio y análisis o cuando lo crea oportuno para la motivación o la formación en Prevención.
3. Encargados de solicitar a su superior jerárquico y cumplir las revisiones de seguridad de nuevas instalaciones, así como sugerir mejoras para la modificación de las existentes.
4. Encargados asimismo de garantizar la clasificación de los riesgos y la prelación de los distintos niveles preventivos en la utilización de todos los productos y energías incluidos en los procesos de trabajo desarrollados en su área.
5. Encargados de preparar los trabajos e instalaciones para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo, proporcionando a los ejecutantes la información y los medios necesarios para su realización con seguridad.
6. Encargados de cumplir y hacer cumplir la reglamentación vigente en materia de seguridad, las Normas Internas de Seguridad de su propia empresa y las contenidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en lo que respecta al personal propio como al subcontratado.
7. Encargados de notificar jerárquicamente a su Dirección la producción de cualquier incidente o accidente que ocurra en sus instalaciones e iniciar la investigación técnica del mismo, así como el establecimiento de medidas preventivas, con independencia de que se hayan producido o no daños.
8. Realización de la parte que les corresponda de las tareas y actividades señaladas en el estudio de seguridad y salud y controles administrativos. En aras del perfeccionamiento y simplificación de los mismos, aportará las sugerencias de mejora y simplificación que estime necesarios, a sus superiores jerárquicos.
9. Establecer un programa básico de Mantenimiento preventivo de las instalaciones, utillaje, máquinas, herramientas y equipos de protección individual y colectivos correspondientes a su área de responsabilidad.

## **7.5 Funciones Específicas de Seguridad**

### **7.5.1 Dirección de obra**

La empresa constructora y Responsables Técnicos de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen la máxima responsabilidad en materia de Producción y Condiciones de Trabajo, en función de sus atribuciones sobre la "Línea Ejecutiva".
2. Asignan responsabilidad y autoridad delegada a los Mandos en materia de prevención de accidentes y control de aseguramiento de la calidad del personal y actividades sometidos a su jurisdicción.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de Seguridad atendiendo las sugerencias de los especialistas, propios o externos, asesores de seguridad, así como a los restantes órganos ejecutivos de la Empresa competentes en la mejora de las Condiciones de Trabajo.
4. Promulgan las políticas en materia de prevención de la siniestralidad y mejora de las condiciones de trabajo en la empresa, y las hace cumplir.
5. Dentro de sus respectivas competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar las políticas de mejora de las condiciones de trabajo.
6. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención, adecuado para cualificar a los Técnicos y Cuadros de Mando bajo su jurisdicción.
7. Aprueban, a iniciativa propia o propuesta del Comité de Seguridad e Higiene, la concesión de premios o sanciones de los Cuadros de Mando que dependan jerárquicamente de él, y que a su juicio sean acreedores a las mismas, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

### **7.5.2 Jefes y Técnicos de obra**

Los responsables Técnicos de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen responsabilidad y autoridad delegada en materia de Producción y Condiciones de Trabajo en función de sus competencias sobre el personal de la "Línea Productiva" sometido a su jurisdicción, y de las Empresas de Subcontrata que estén a su mando.
2. Asignan responsabilidades y autoridad delegada en materia de prevención de accidentes a los Cuadros de Mando y Técnicos, del personal a su cargo, tanto propios como subcontratado.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad, según lo recomendado por la Dirección de la empresa, Dirección Facultativa de la Obra y

- Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo (propia y de las empresas subcontratadas).
- Supervisan y colaboran en el análisis y propuestas de solución de la investigación técnica de los accidentes ocurridos en la obra (tanto del personal propio como subcontratado), mediante la cumplimentación del documento establecido al efecto, adoptando de inmediato las medidas correctoras que estén a su alcance.
  - Divulgan la política general de la empresa en materia de seguridad y medicina preventiva, dentro de su jurisdicción, y velan por su cumplimiento, así como de mantener unos niveles altos en la relación productividad y condiciones de trabajo.
  - Dentro de sus competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar la política de prevención en las obras a su cargo.
  - Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención adecuado para cualificar a los Técnicos, Cuadros de Mando y Personal de Producción, dentro de su jurisdicción.
  - Presiden el órgano colegiado de seguridad que en función del volumen e importancia de la obra, se considere oportuno establecer (p.e. Comisión General de Seguridad e Higiene de Empresas de Contrata, Comisión de Seguridad e Higiene de Subcontratistas, Círculos de Seguridad o Comité de Seguridad e Higiene). En obras de menor volumen despachará regularmente con el o los Delegados de Prevención.
  - Controlan el cumplimiento y materialización de los compromisos adquiridos en el E.B.S.S. de aquellas obras que lo tengan establecido por ley.
  - Proponen a sus superiores jerárquicos y/o al Comité de S. e H. los nombres y circunstancias del personal a su mando, que a su juicio sean acreedores de premio o sanciones graves o muy graves, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.
  - Exigirán a las empresas contratadas o subcontratadas el cumplimiento riguroso de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

### **7.5.3 Mandos Intermedios**

Los mandos intermedios, Encargados, Capataces, Jefes de Equipo o de Brigada y Técnicos Especialistas a pie de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

- Son responsables de la seguridad y condiciones de trabajo de su grupo de trabajadores.
- Son responsables de la seguridad del lugar de trabajo, orden y limpieza, iluminación, ventilación, manipulación y acopio de materiales, recepción, utilización y mantenimiento de equipos.
- Cuidarán de que se cumplan las normas relativas al empleo de prendas y equipos

protectores.

4. Son responsables de que se presten con rapidez los primeros auxilios a los lesionados.
5. Deben informar a su Mando Superior e investigar técnicamente todos los accidentes producidos en su área de responsabilidad, analizando las causas y proponiendo soluciones, mediante el documento establecido al efecto en el presente E.S.S. "Informe Técnico de Investigación de Accidente" (ITIA).
6. Facilitarán gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizados para todo el personal de la empresa constructora. Entra dentro de sus competencias, asegurarse el acopio suficiente y suministro de éstos materiales, así como el control documental de su entrega y seguimiento de su correcta utilización. Los operarios de empresas subcontratadas que incumplan con el compromiso de su empleador respecto a la correcta utilización de Equipos de Protección Individual y Sistemas de Protección Colectiva, para la realización de sus trabajos, fijados en las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora, verán subsanadas por parte de la misma, las situaciones de riesgo voluntariamente asumidas, imputando íntegramente la repercusión de su coste en la certificación a abonar al subcontratista del cual dependa.
7. Mantendrá reuniones informales de seguridad con sus productores y responsables de las empresas subcontratadas, tratando también de los temas de seguridad con los trabajadores por separado.
8. Fomentarán y estimularán los cometidos de los Delegados de Prevención a su cargo.
9. Colaborará con los Representantes legales de los Trabajadores en cuantas sugerencias de carácter preventivo puedan aportar.
10. Cumplirán personalmente y harán cumplir al personal y subcontratistas a sus órdenes la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad de carácter interno de la empresa constructora, así como las específicas para cada Centro de Trabajo fijada por el Estudio de seguridad y Salud y el Plan de seguridad y salud.
11. Tienen responsabilidad y autoridad delegada de la Alta Dirección de su empresa en materia de seguridad en función de sus atribuciones sobre el personal de la Línea Productiva y subcontratistas sometidos a su jurisdicción.
12. Asignan responsabilidades y autoridad delegada al personal de producción cualificado en materia de prevención de accidentes, sobre los trabajadores y subcontratistas que estén a cargo de ellos.
13. Darán a conocer al personal a su cargo y subcontratistas, las directrices de prevención que sucesivamente adopte la Empresa y la Dirección Facultativa de la

---

Obra, velando por su cumplimiento.

14. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad que afecten a este Centro de Trabajo, según lo recomendado por los órganos de la empresa constructora y de la Dirección Facultativa, competentes en materia de prevención.
15. Dentro de sus competencias autorizarán los gastos necesarios para desarrollar la política en su Centro de Trabajo.
16. Procederán a una acción correctora cuando observen métodos o condiciones de trabajo inseguras e interesarán a aquellas personas, departamentos, empresas subcontratadas, Dirección Facultativa o Propiedad, según proceda, que por su situación o competencias puedan intervenir en la solución de aquellos problemas que escapen a sus medios y competencias técnicas.
17. Tienen la facultad de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes, siempre que no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos o minimizarlos.
18. Realizarán y supervisarán mensualmente la inspección de seguridad y de mantenimiento preventivo de los diferentes tajos y equipos de la obra a su cargo.
19. Intervendrán con el personal a sus órdenes en la reducción de las consecuencias de siniestros que puedan ocasionar víctimas en el Centro de Trabajo y prestarán a éstos los primeros auxilios que deban serles dispensados. Fomentará y estimulará los cometidos de los Socorristas del Centro de Trabajo a su cargo.
20. Promocionarán y facilitarán el adiestramiento profesional de sus trabajadores, seleccionándolos y controlando se observen las prácticas de trabajo habituales para el correcto desempeño de cada oficio.
21. Dentro de sus posibilidades, promocionarán y facilitarán la formación en materia de prevención del personal a su cargo.
22. Exigirán a las empresas contratadas y Subcontratistas el cumplimiento de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora

#### **7.5.4 Representantes legales del Personal de la empresa constructora**

Corresponde a los órganos de representación del Personal y los Representantes Sindicales, de acuerdo con lo dispuesto en el Estatuto de los Trabajadores y la Ley Orgánica de Libertad Sindical, la vigilancia y control de la puesta en práctica de la normativa de aplicación en materia de seguridad, patología laboral y condiciones de trabajo, formulando en su caso, y en su calidad de representantes, las acciones legales oportunas ante la empresa y los órganos de jurisdicción competentes.

Las funciones básicas de los Representantes legales de los Trabajadores en el área de la Prevención de Riesgos en la empresa serán las definidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

### 7.5.5 Delegados de Prevención

La empresa constructora y cada una de las empresas contratadas, con más de 5 trabajadores a pie de obra, tendrá nombrado un Delegado de Prevención.

Su cualificación técnica estará avalada por documento expedido por el Servicio de Seguridad de su Mutua de Accidentes de Trabajo, con antelación a su nombramiento definitivo, que deberá estar acreditado ante la Inspección Provincial de Trabajo.

Sus funciones como Delegados de Prevención, serán compatibles con las que normalmente preste en la Línea Productiva el trabajador designado al efecto y tendrán las competencias legales que dicta la citada Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

### 7.5.6 Trabajadores

1. Los trabajadores de la empresa constructora, de las empresas subcontratadas y los trabajadores autónomos, realizarán su actividad de conformidad con las prácticas de seguridad establecidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud. y aceptadas en la especialidad que desarrolle.
2. Deben dar cuenta a su Encargado de las condiciones, averías o prácticas inseguras apreciadas en equipos, personal propio o ajeno que puedan implicar directamente a la empresa constructora o a terceros en las inmediaciones de la obra.
3. Hacer sugerencias de mejora de las medidas de prevención y protección a los mandos responsables de su materialización.
4. Usar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI), homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizado en la obra, cuidando de su perfecto estado y conservación.
5. Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.
6. Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestas para sus compañeros.
7. Comprometerse a no introducir bebidas u otras sustancias no autorizadas en los Centros de Trabajo, no presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.
8. Recibir las enseñanzas sobre prevención de accidentes y sobre extinción de incendios, salvamento y socorrismo en los Centros de Trabajo que les sean facilitados por la empresa, Mutua Patronal o por las instituciones competentes de la Administración.
9. Proponer a su Mando Inmediato superior la demora o sustitución de la realización de trabajos que impliquen riesgo de accidentes o enfermedad profesional en el

caso de que no se disponga de los medios adecuados para llevarlas a cabo con las suficientes garantías para su integridad física o la de sus compañeros.

10. Pedir asesoramiento suficiente a su Mando Inmediato superior sobre la realización de aquellas tareas que no comprenda o no se sienta capacitado para llevarlas a término en condiciones de seguridad.
11. Si el trabajador conociese la existencia de posibles incompatibilidades entre sus características personales y las condiciones de determinados puestos de trabajo a los que pudiera ser destinado, deberá poner tal hecho en
12. conocimiento del empresario. La omisión de esta comunicación tendrá la consideración de transgresión de la buena fe contractual.
13. Cumplirá personalmente la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad internas de la Empresa y de la Dirección Facultativa de la obra donde presta sus servicios.
  
14. Cooperará en la extinción de incendios y en el salvamento de las víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones que, en cada caso, sean racionalmente exigibles.

### **7.5.7 Funciones del "Encargado General"**

En cualquier fase el Encargado General deberá realizar la formación específica de su personal, haciendo especial hincapié en su disciplinada integración a los usos y costumbres preventivos del sector de la construcción.

Velará por todos los medios que sus hombres estén en todo momento bajo la cobertura de protecciones de carácter colectivo; cuando esto no fuera posible por las especiales circunstancias del tajo o escasa duración de los trabajos con exposición a riesgo, obligará al empleo de la totalidad de los equipos de protección individual (EPI) recomendados para minimizar las consecuencias de los previsible incidentes y/o accidentes.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas a utilizar por su personal se haga conforme a la normativa técnica del fabricante y reglamentación legal vigente. Velará constantemente por el estado reglamentario y de estabilidad de utilización de andamios, plataformas de trabajo y plataformas de apoyo y accesos. En su calidad de "Jefe de Maniobra" vigilará constantemente la forma de elevación del material

### **7.5.8 Funciones del "Jefe de Maniobra"**

Es el responsable de la coordinación de un equipo compuesto por el "Señalista" y el "Estrobador" durante las operaciones de preparación de equipos, materiales, apilado, eslingado, aplomo, ajuste, embridado, deslingado, descarga, acopio y posicionado de los mismos.

Dará las instrucciones y comprobará personalmente las condiciones de utilización o rechazo de:

Accesorios, suplementos, trabazón, monolitismo de los materiales, para su transporte y sistemas de elevación y manutención mecánica.

Balizado y señalización de zonas de acopio de los materiales y zonas de paso elevado durante la trayectoria de las maniobras.

Estado de las cuerdas de retenida, eslingas planas (de banda textil de fibra), de cable o cadenas, ganchos y sus cierres de seguridad, anclajes de los equipos, conexionado de los elementos hidráulicos, estado de los cables y condiciones de utilización de sus distintos elementos como sistema de trabajo.

Conjuntamente con el "Gruista", comprobará la zona de partida de la maniobra, la zona intermedia a seguir por la trayectoria de la misma y la zona de destino final, cerciorándose de:

Que el piso esté plano y su superficie resista la carga a acopiar y las dinámicas de trabajo de la propia máquina. Que, en las máquinas accionadas por cable, en la posición nominal más baja del bloque diferencial queden aún dos vueltas de cable en el enrollamiento del tambor de elevación.

Que en las máquinas hidráulicas las articulaciones no tengan holguras y los bombines, manguitos y émbolos transmitan la presión correcta sin descompresiones por pérdidas o fugas.

Que la trayectoria de la maniobra no pueda dañar conducciones, instalaciones, equipos ni personas. Que los medios auxiliares los equipos y accesorios sean los adecuados a la maniobra a realizar.

El "Jefe de Maniobra" indica al "Señalista" de viva voz (sin gesto ni ademán alguno que pueda ser mal interpretado por el "Gruista"), el momento en que puede iniciarse la maniobra, su destino y eventualmente, el itinerario y precauciones especiales a adoptar.

Si el "Jefe de Maniobra" realiza conjuntamente otras funciones como las de "Señalista" o las correspondientes al "Estrobador", debe prestar especial atención en que las señales que pueda hacer con las manos a sus ayudantes no puedan nunca ser confundidas con los ademanes dirigidos al "Gruista"

### **7.5.9 Funciones del "Señalista"**

El "Señalista" es un auxiliar de "Jefe de Maniobra" de quien recibe las órdenes, cuya misión consiste en dirigir al "Gruista" en cada una de las fases de la maniobra.

El "Señalista" pasa a ser el "Jefe del Gruista", desde el momento en que hace el ademán normalizado de toma de mando y este ha contestado "entendido".

Desde que se inicia la maniobra, durante su trayectoria, y si tiene jurisdicción en la zona de llegada, el "Señalista" tiene la responsabilidad de las órdenes dadas al "Gruista".

El "Señalista" ha de comunicarse con el "Gruista" mediante señales normalizadas, utilizando ambos brazos.

Salvo en los casos de movimientos lentos de aproximación, el "Señalista" no debe repetir ningún ademán (excepto si el "Gruista" da la señal de repetición).

No es misión del "Señalista" indicar al operador de la grúa cuáles son las palancas o mandos a accionar para efectuar determinado movimiento.

Durante el desplazamiento en la zona de su mando, el "Señalista" guía el movimiento de cargas y elementos articulados, para evitar golpes con obstáculos, ya que el gruista carece de la adecuada referencia de relieve.

El "Señalista" no abandona el mando hasta la llegada al destino final de la maniobra o al límite de su jurisdicción. Antes de dar la orden de bajada, el "señalista" se asegurará de que no hay persona alguna en la zona sobre la que se ha de depositar la carga.

Para el cumplimiento correcto de su función, el "Señalista" se situará en un lugar que le permita: Ser visto perfectamente por el "Gruista".

Ver por su parte, y en las mejores condiciones posibles, todos los sistemas implicados en la maniobra, y poder seguirla con la vista durante su desplazamiento en la zona que tiene asignada.

No encontrarse él mismo amenazado por los desplazamientos de la maniobra, si ésta pasa por las inmediaciones de donde se encuentra situado.

La plataforma de señalización u observatorio situado a más de 2 m de altura, dispondrá de las protecciones colectivas perimetrales reglamentarias, y si esto no es posible, el "Señalista" utilizará cinturón anticaídas a una sirga de afianzamiento que le facilite los desplazamientos horizontales sin dificultad. El suelo estará limpio y libre de obstáculos.

El "Señalista" debe permanecer constantemente a la vista del "Gruista". En los casos necesarios, pedirá al "Jefe de Maniobra" un auxiliar como enlace, para que le informe sobre la situación de determinado punto de acción de la maniobra.

El "Señalista" debe disponer de una indumentaria suficientemente vistosa e identificativa de su misión (P.e. casco y guantes en color fosforito, brazalete, chaleco fotoluminiscente, parka de señalista de O.P., etc.).

#### **7.5.10 Funciones del "Estrobador"**

El "Estrobador" es un auxiliar del "Jefe de Maniobra", de quien recibe las órdenes, su misión consiste en elegir los medios auxiliares y equipos para asegurar la correcta operatividad de la maniobra y la estabilidad del conjunto durante su trayectoria. Su función puede coincidir con la del "Señalista".

Al comenzar la jornada, comprobará la inexistencia de defectos que descalifiquen la utilización de medios o equipos para la realización de las maniobras previstas.

Procederá a la retirada, etiquetaje e inutilización de los elementos aportados por equipos de trabajo, designados como "fuera de servicio".

Distribuirá los pesos y cargas de forma racional y uniformemente repartida para no castigar los equipos empleados. Se asegurará de que el equipo o medio auxiliar a utilizar, no sobrepase la capacidad de la máquina que tiene que utilizarlo.

Empleará solo señales convenidas para dirigir al "Señalista" y permanecerá donde el "Gruista" o, en su defecto el "Señalista", puedan verle.

No pasará nunca por debajo de cargas suspendidas, ni permitirá que otros lo hagan.

No arrastrará descolgará o dejará caer las eslingas o equipos acoplados, antes bien, apilará y acuñará los elementos de forma que no puedan deslizarse o desequilibrarse.

No permitirá el izado, suspensión, sostenimiento o descenso de ninguna armadura, uña portapalets, cangilón o tolva, por medio de cadena o eslinga de cable metálico que tenga un nudo en cualquier parte sometida a tracción directa, ni tampoco con cadenas acortadas o empalmadas provisionalmente o de forma inadecuada.

Exigirá y comprobará los certificados de control de calidad realizados por los fabricantes respecto a sus equipos, medios auxiliares y accesorios de estrobo.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobo y aparejado de armaduras irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista.

## **8. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, Ley 31/1995, de 8 de Noviembre; BOE de 10 de Noviembre/1995.
- REAL DECRETO 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. BOE nº 60 11/03/2006
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 485/97 BOE 23/04/97).
- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 BOE de 07/07/97.

- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, BOE de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de abril BOE de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbales, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de abril, BOE de 23/04/97.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52) (B.O.E.] 5-6-52).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Aparte de las disposiciones legales citadas, se tendrá en cuenta las normas contenidas en el Reglamento de Régimen Interior de la empresa, así como las que provienen del Comité de Seguridad e Higiene y en el caso de los Convenios Colectivos y por su interés, el repertorio de recomendaciones prácticas de la O.I.T.

## **9. MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA**

### **9.1 Condiciones generales**

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud laboral y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el Estudio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

## 9.2 Información previa

Antes de acometer cualquier de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de Seguridad y Salud laboral requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de Seguridad y Salud laboral de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

## 9.3 Servicios afectados: identificación, localización y señalización

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él se interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además,

el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

#### **9.4 Accesos, circulación interior y delimitación de la obra**

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas. Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada adecuadamente.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será suficiente para el número de personas que se prevea los utilicen normalmente.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá ser suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán mayores del 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen. Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra. Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

## **10. MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

### **10.1 Protecciones colectivas**

#### **10.1.1 Generalidades**

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

#### **Mantenimiento**

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

#### **10.1.2 Señalización y ordenación de tráfico**

La señalización será visible y sencilla, que, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes. Se emplearán colores, avisos, señales, balizamientos, etc., para facilitar la atención visual.

Se considerará una zona de 5 cm. alrededor de la máquina como zona de peligrosidad.

Cuando trabajan varias máquinas en el mismo tajo, la distancia mínima entre ellas será de 30 m.

Las rampas de acceso serán estables y con el talud adecuado, el borde la rampa estará reforzada con un retablo que sirve de tope a los camiones en la circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop, limitación de velocidad, pendiente, etc.

### **10.2 Equipos de protección individual (E.P.I.)**

#### **10.2.1 Generalidades**

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

## 10.2.2 Exigencias esenciales de sanidad y seguridad

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los E.P.I. y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán estos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.

Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas. Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes. Fecha o plazo de caducidad de los E.P.I. o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los E.P.I.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

## **11. SEÑALIZACIONES**

### **11.1 Normas generales**

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

### **11.2 Personal auxiliar de los maquinistas para señalización**

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

### 11.3 Colocación señalización en obra, viales, delimitación de las excavaciones

- SEÑALIZACIÓN DE ENTRADA A OBRA:
  - o En todos los accesos a las obras desde las carreteras existentes se pondrá el siguiente cartel:



- SEÑALIZACIÓN EN CARRETERAS (según Norma 8.3-IC): *deberá existir aprobación por parte del organismo competente de carreteras.*
  - o La señalización a colocar en ambos sentidos de circulación será (en este orden):



- SEÑALIZACIÓN EN VIALES:
  - o En los viales de obra se colocarán las siguientes señales:



DISTRIBUÍDAS UNIFORMEMENTE POR TODA LA OBRA



EN TODOS LOS CRUCES DE VIALES INTERNOS Y ANTES DE LAS INCORPORACIONES A LAS CARRETERA

- DELIMITACIÓN DE LAS EXCAVACIONES:
  - Las excavaciones se delimitarán con banderola de balizamiento tipo pajarita a 1,5 m, como mínimo, del borde de la excavación.



- Las excavaciones no contarán con protecciones rígidas alrededor de su perímetro. En lugar de ello se realizarán los taludes con pendientes 1H:1V
- La profundidad de las excavaciones es la recogida en los planos de proyecto, siendo ésta de 3,5 m como máximo.

## 12. ESQUEMAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Los esquemas indicados a continuación indicados son representaciones gráficas de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos esquemas genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista y subcontratista sobre como representar coherentemente la prevención.

## 12.1 Protecciones individuales

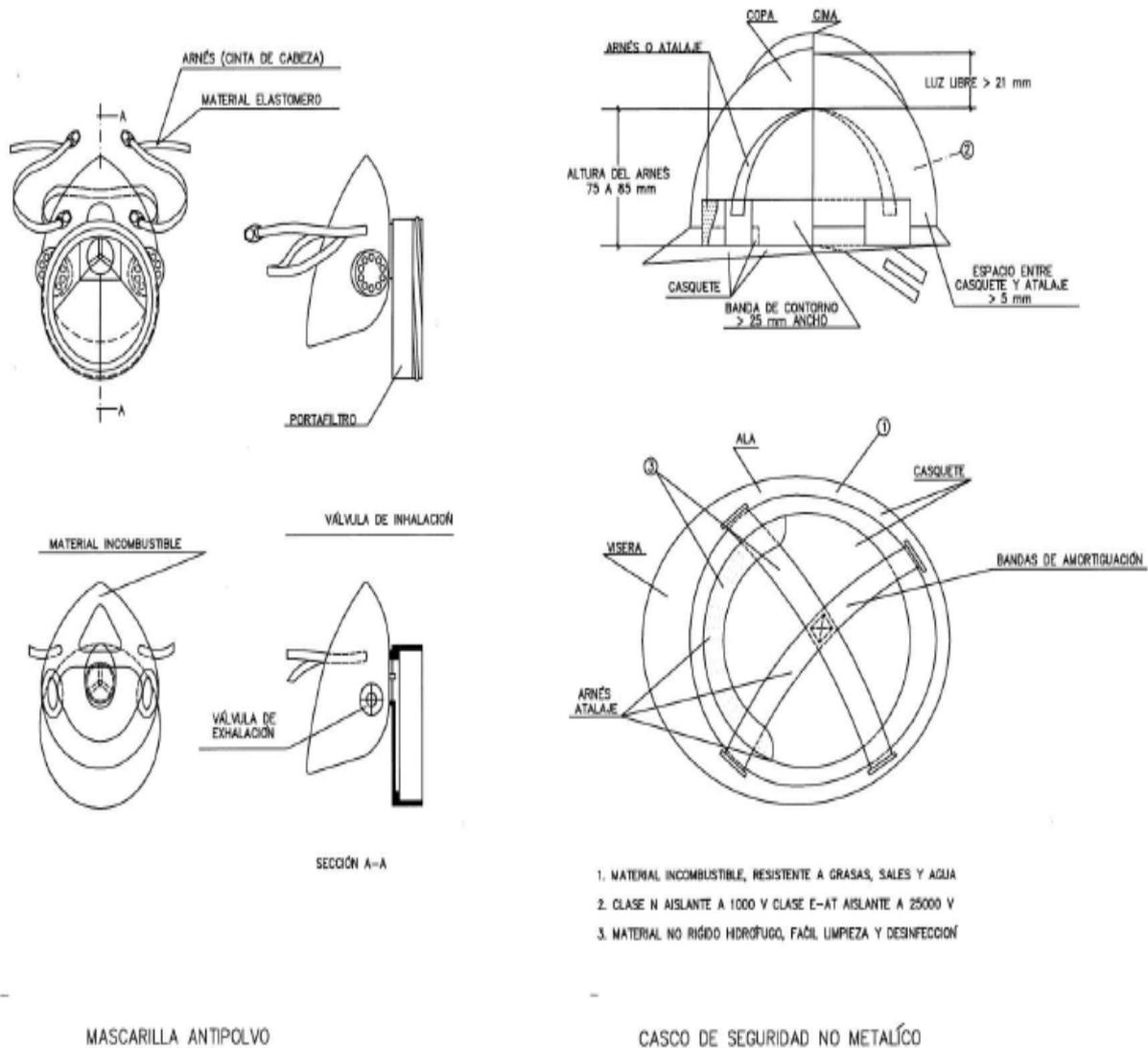
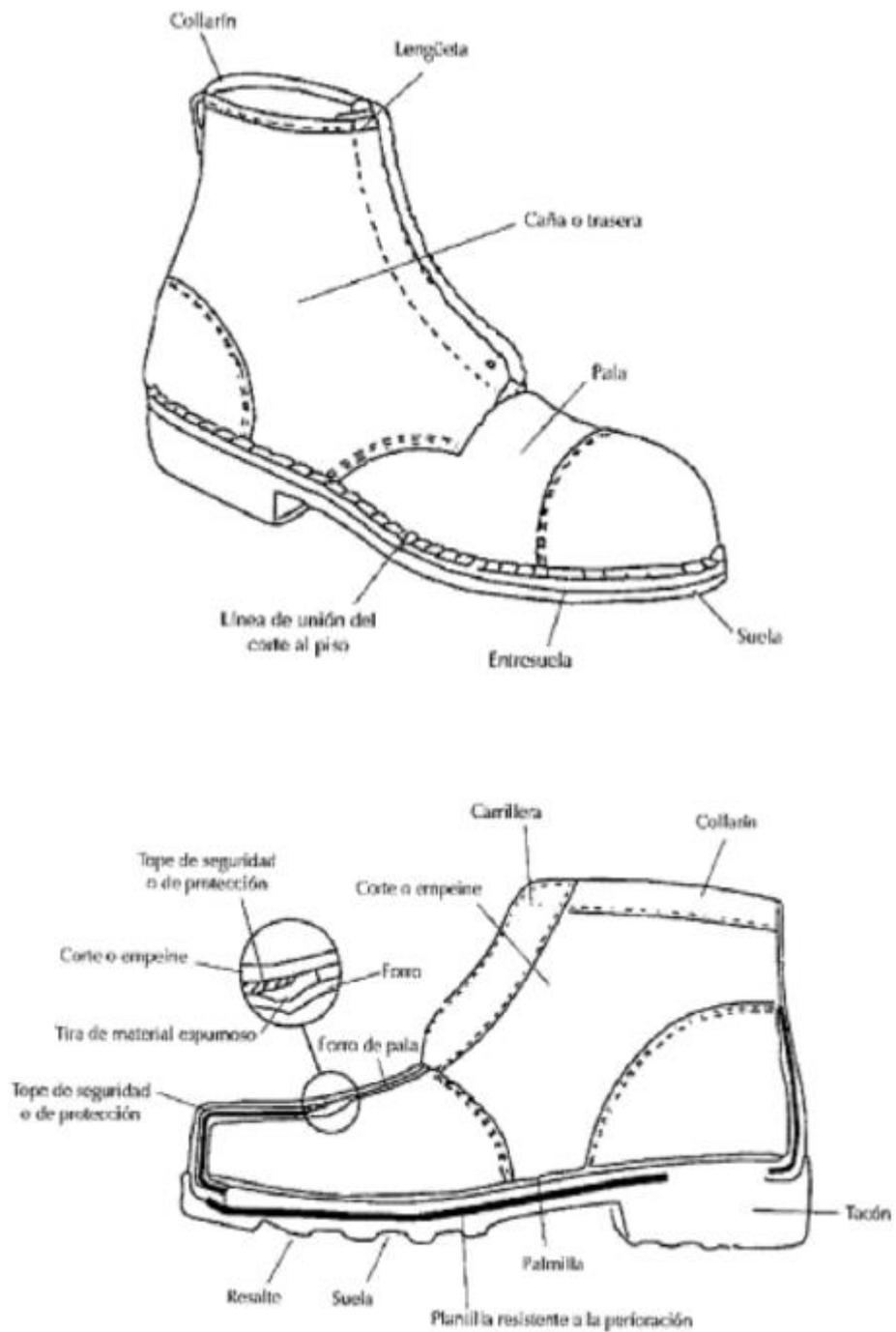
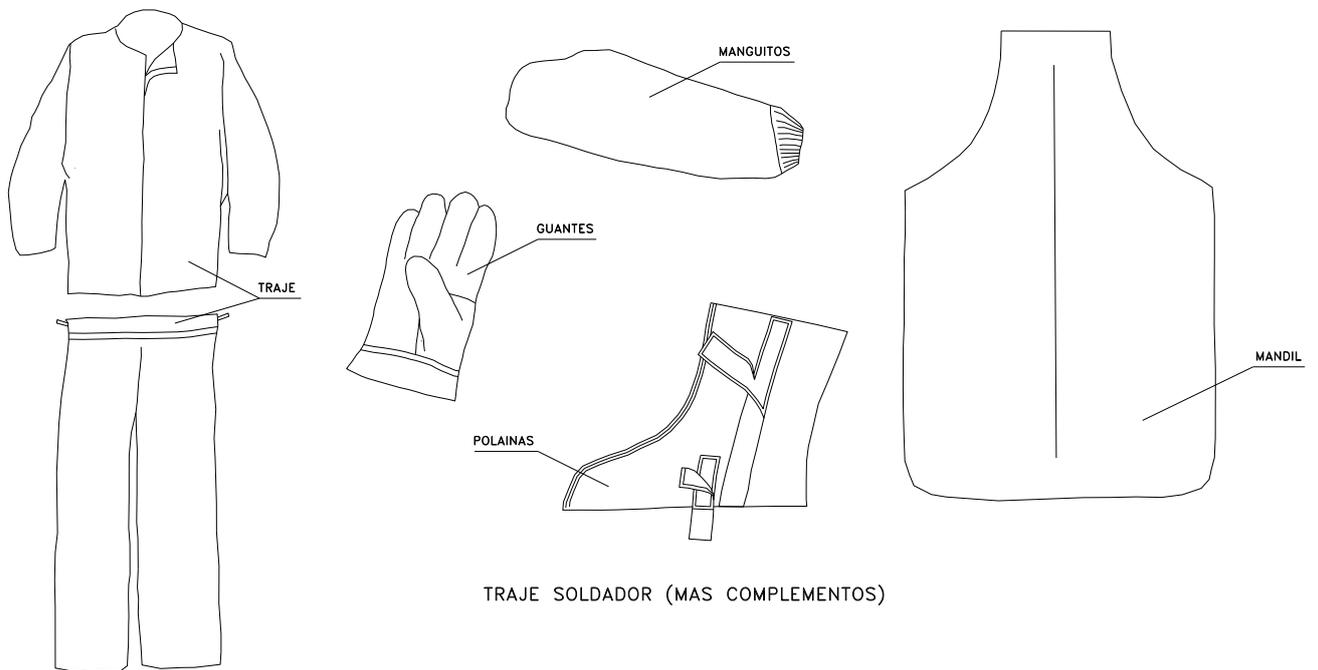


Figura 1: Mascarilla anti polvo y casco de seguridad.



**Figura 2:** Calzado de seguridad.



TRAJE IMPERMEABLE

**Figura 3:** Ropa de seguridad.



Figura 4: Tipos de protectores auditivos.

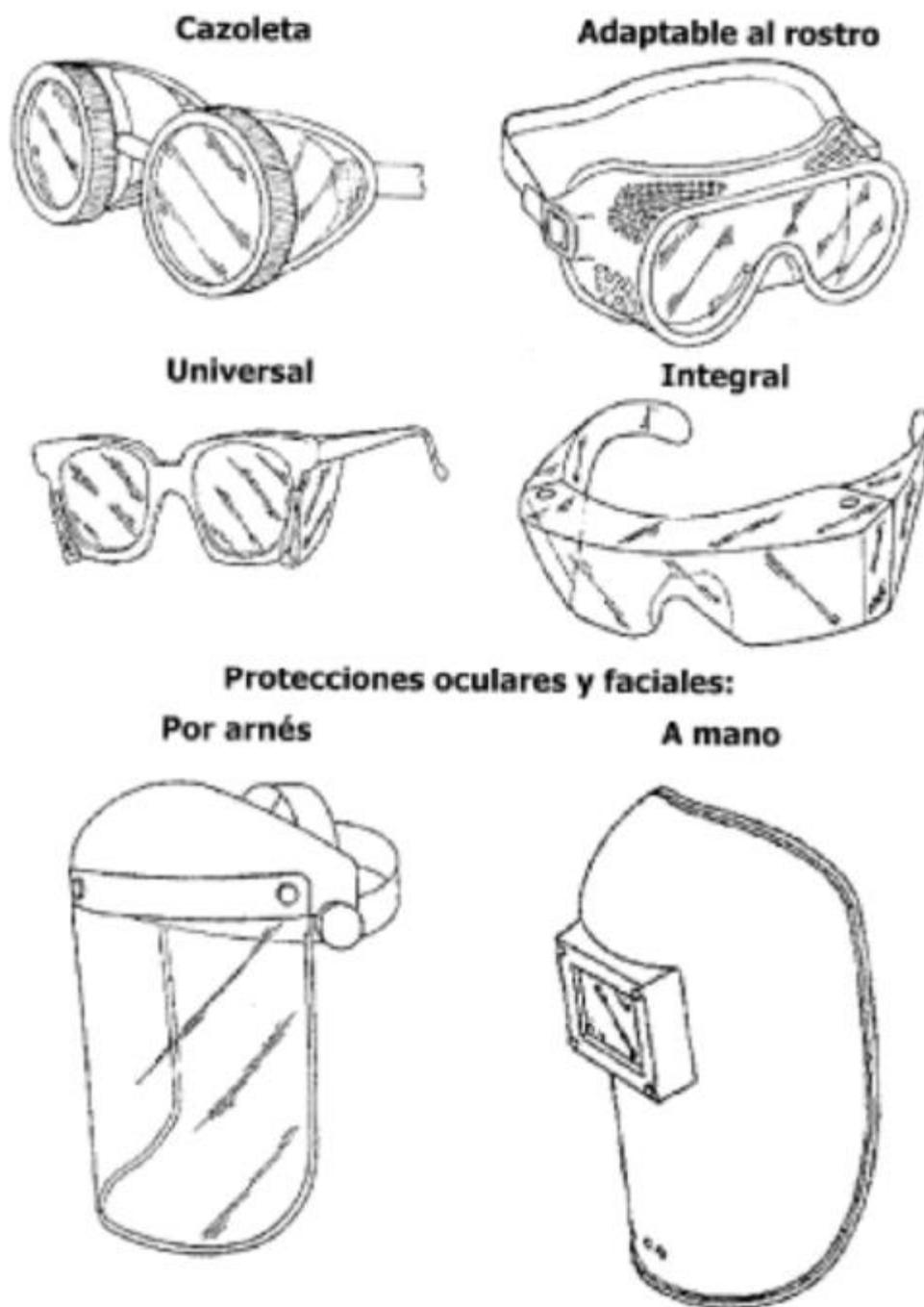


Figura 5: Tipos de protectores oculares.

ANCLAJES MÓVILES PARA CINTURONES DE SEGURIDAD

CABLE DE SEGURIDAD

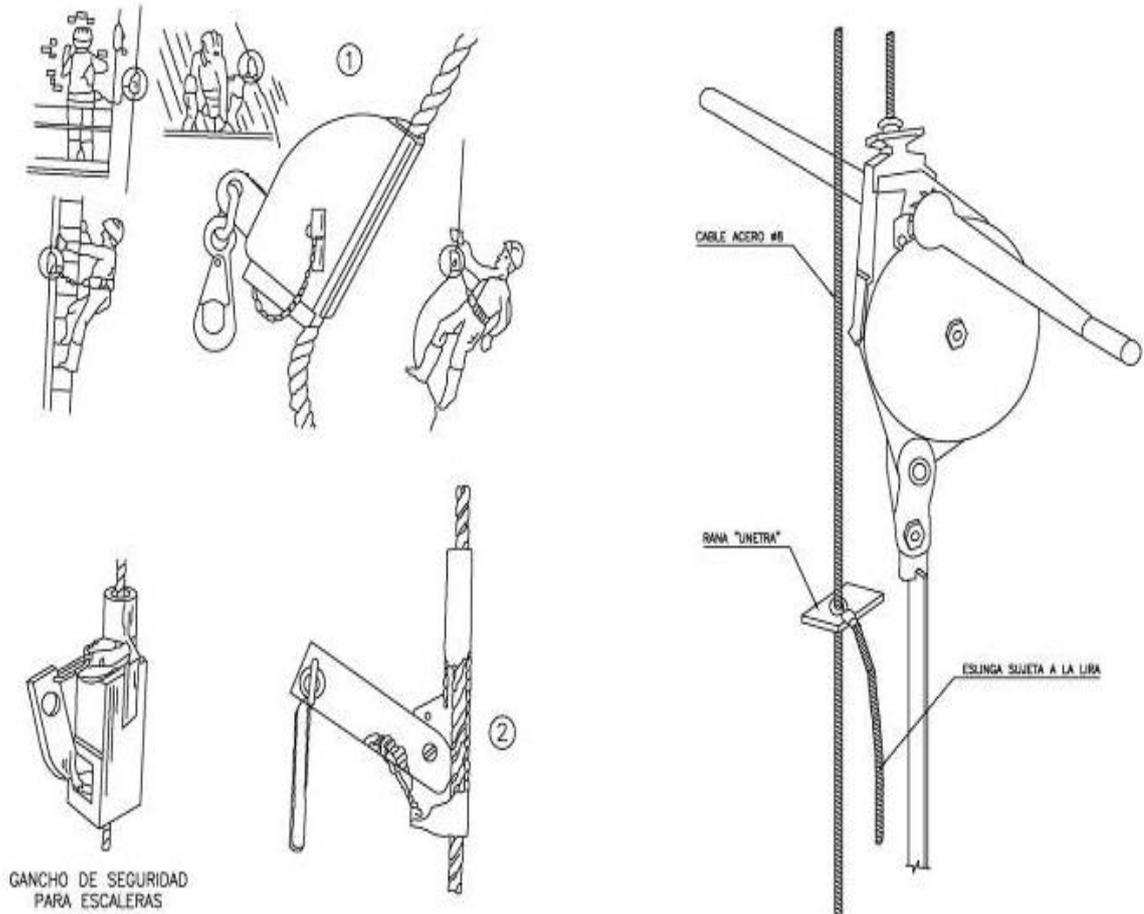


Figura 6: Anclajes móviles para cinturones.

### Dispositivos anticaídas con disipadores de energía y enrolladores de

#### EN 360 Anticaídas enrollable con embrague de frenada

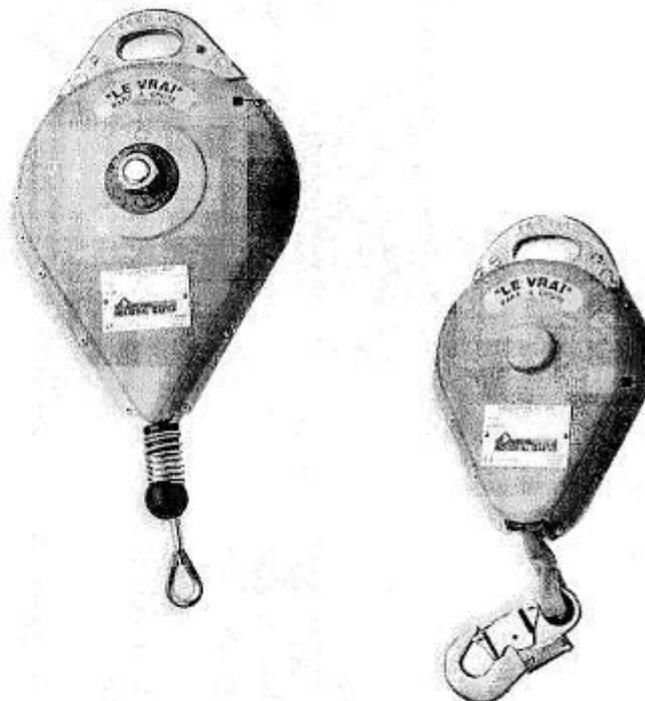
Actúa de un modo similar al cinturón de seguridad de un coche.

El embrague de frenada sustituye al disipador de energía como dispositivo anticaídas.

La distancia de detención, altura de caída, debe ser como máximo de 50 cm.

El elemento de sujeción puede ser de cinta o cable de longitud variable. Siendo los de cinta los de menor longitud.

La altura mínima desde el punto de enganche al plano de impacto, contando la altura del hombre no debe ser inferior a 2 m.



#### EN 360 Anticaídas con disipador de energía y recogedor.

Hay dispositivos recogedores de cinta o cable, enrollables, que disponen de embrague de frenada, estos dispositivos debe de disponer, preceptivamente, de un disipador, absorbedor, de energía, para ser considerados como **anticaídas**

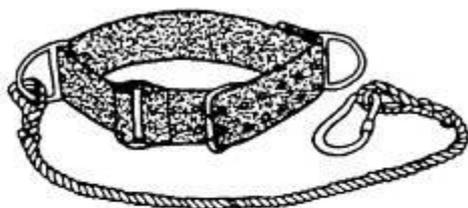
Si se utiliza un equipo de esta índole deberá calcularse la altura de seguridad al igual que de un dispositivo EN 355.

A los efectos de calcular la distancia de seguridad efectiva se sumará a la longitud del disipador, longitud de frenada y + 1.50 m (altura de un hombre con margen de seguridad)  
 $L_{\text{disipador}} + L_{\text{longitud de frenada}} + L_{\text{dispositivo}} + \text{Altura hombre}$

$2 + 0.70 + 0.80 + 1.5 = 4,5$  m deberá ser la altura mínima entre el punto de enganche y el punto de impacto.

Figura 7: Dispositivos anti caídas con disipadores de energía y enrolladores.

## Cinturones y Arnés



**Cinturón de sujeción**  
Marcado: CE EN 358

Debe usarse con una cuerda de posicionamiento. Marcado de la cuerda y enganche EN 362  
Aplicación: Trabajos en los bordes de las construcciones (manejando un maquinillo), escaleras de mano, a una altura > 3.5 m, postes, etc, es decir cuando no debe desplazarse el trabajador para efectuar su trabajo. La longitud de la cuerda, eslinga, no debe de permitir una caída > de 50 cm

**Enganche dorsal**



**Enganche dorsal y frontal**



Marcado: CE EN 361

Con dispositivos EN 360 y 365

Trabajos sobre andamios y plataformas de trabajo con riesgo de caída[sin barandillas u otros medios de protección colectiva] Trabajos frente a ventanas abiertas y balcones sin protección. Trabajos en superficies altas sin protecciones colectivas. Trabajos con movimientos laterales sujetos a una línea de anclaje horizontal

Con dispositivo EN 360

Trabajos en pozos cisternas y silos. Montaje de andamios con punto de anclaje fijo en un punto alto.

Con dispositivo EN 353/2

Trabajos donde deben de efectuarse ascensos y descensos

**Figura 8:** Equipos de protección individual: cinturón y arnés de seguridad.



*Equipo completo de ascenso / descenso*



*Arnés*



*Sistema anticaídas*



*Cuerda de seguridad y anticaídas*

**Figura 9:** Arnés de seguridad y sistema anti caída.

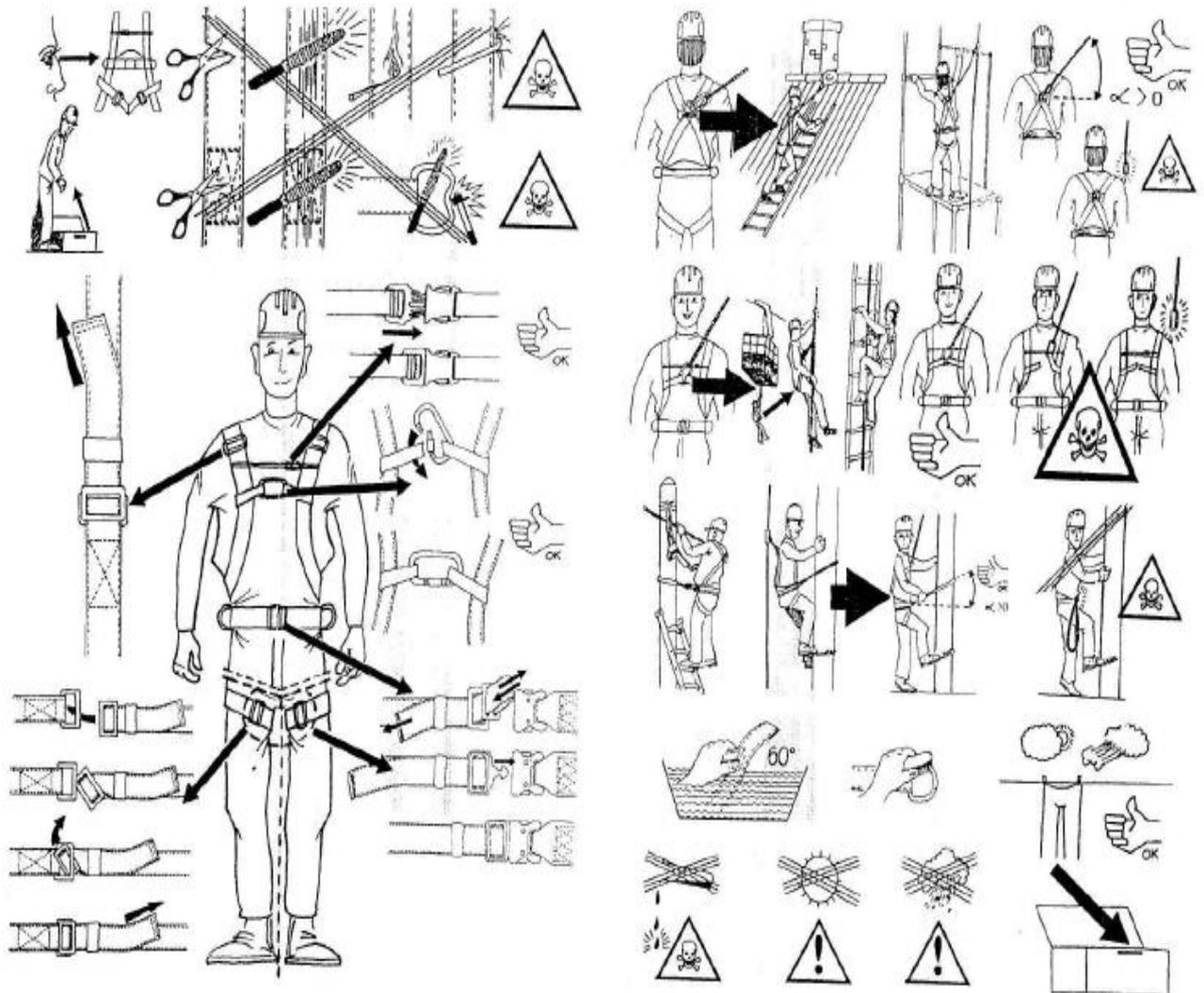


Figura 10: Uso del arnés.

## 12.2 Protecciones colectivas



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

Figura 11: Orden y limpieza.

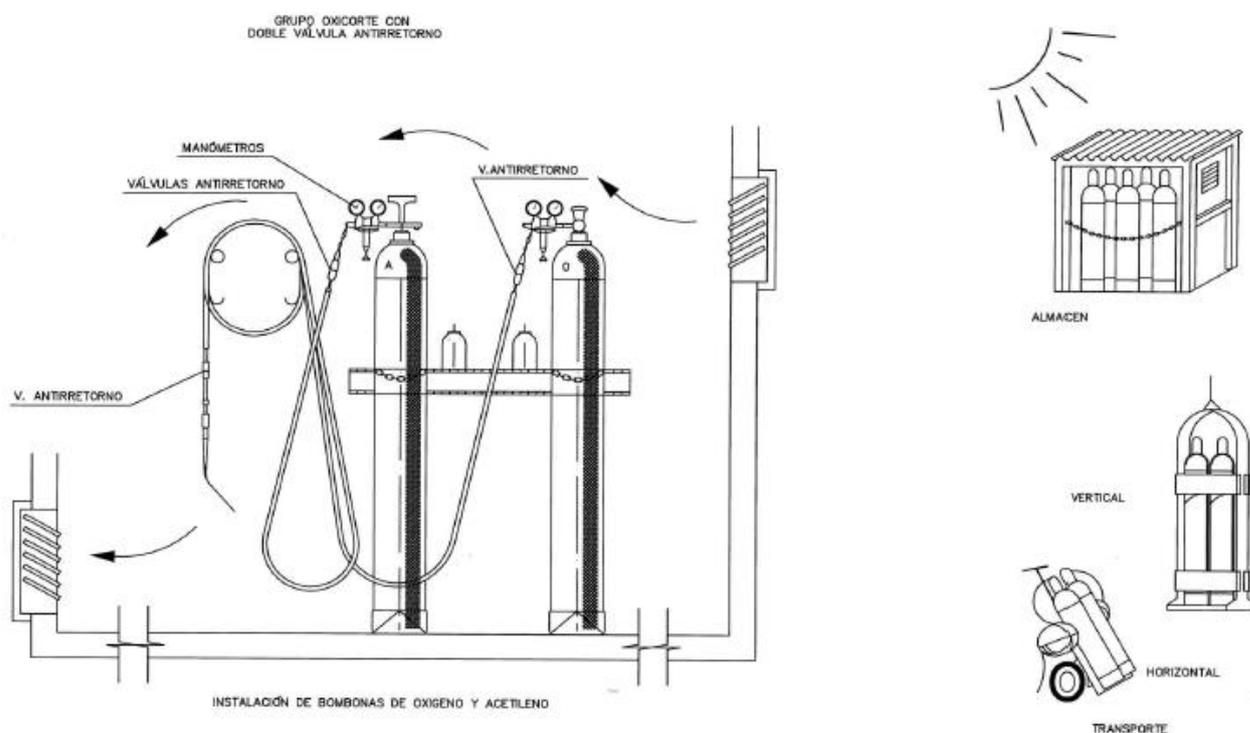


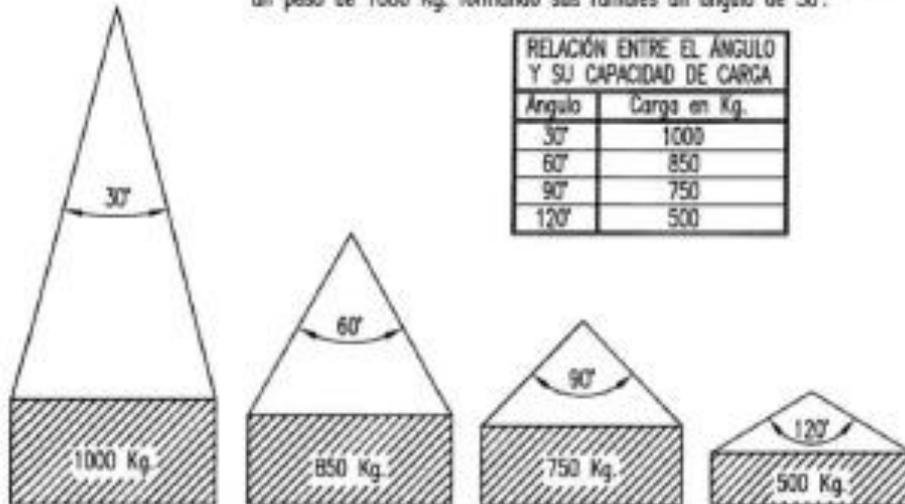
Figura 12: Soldadura.

Tipo abierto	Tipo cerrado		
			Terminal en cuña (Depende del diseño) 75-90%
Terminal forjado	100 %		Goza forrada a mano
	Terminal cónico con Zinc colado 100%		Goza flamenca con manguito mecánico Diámetro de 25 mm (1 <sup>M</sup> ) y menor 95% Diámetro de 28 mm (1.1/8 <sup>M</sup> ) 92,5%
	Grapas (El número varía con el diámetro) 75-80%		Terminal con guardacabos y manguito a presión Diámetro de 25 mm (1 <sup>M</sup> ) y menor 95% Diámetro de 28 mm (1.1/8 <sup>M</sup> ) y mayor 92,5%
	Guardacabos cpm gaza forrada a mano		
6 mm (1/4 <sup>M</sup> ) 90%	12 mm (1/2 <sup>M</sup> ) 86%		
7 mm (5/16 <sup>M</sup> ) 89%	15 mm (5/8 <sup>M</sup> ) 84%		
9 mm (3/8 <sup>M</sup> ) 66%	19 mm (3/4 <sup>M</sup> ) 82%		
11 mm (7/16 <sup>M</sup> ) 87%	22 mm (7/8 <sup>M</sup> ) 80%		

Figura 13: Rendimiento del acoplamiento terminal.

ÁNGULO 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 ángulo de 30°.



La carga máxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del ángulo formado por los ramales de la misma. A mayor ángulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ÁNGULO MAYOR DE 90°. Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.

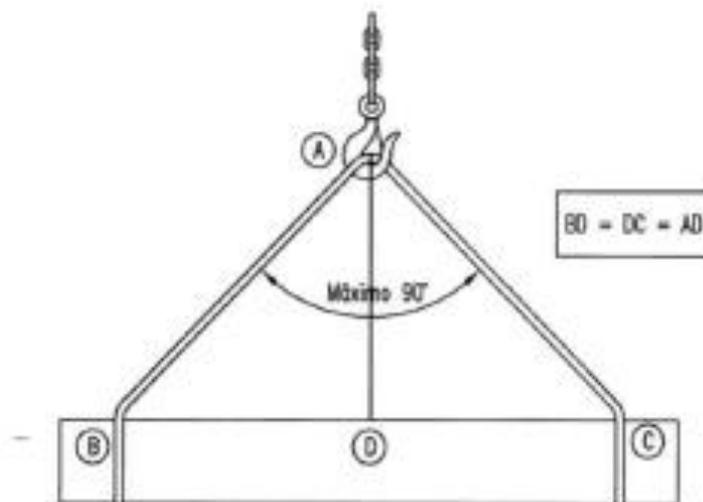


Figura 14: Ángulos de eslingado.

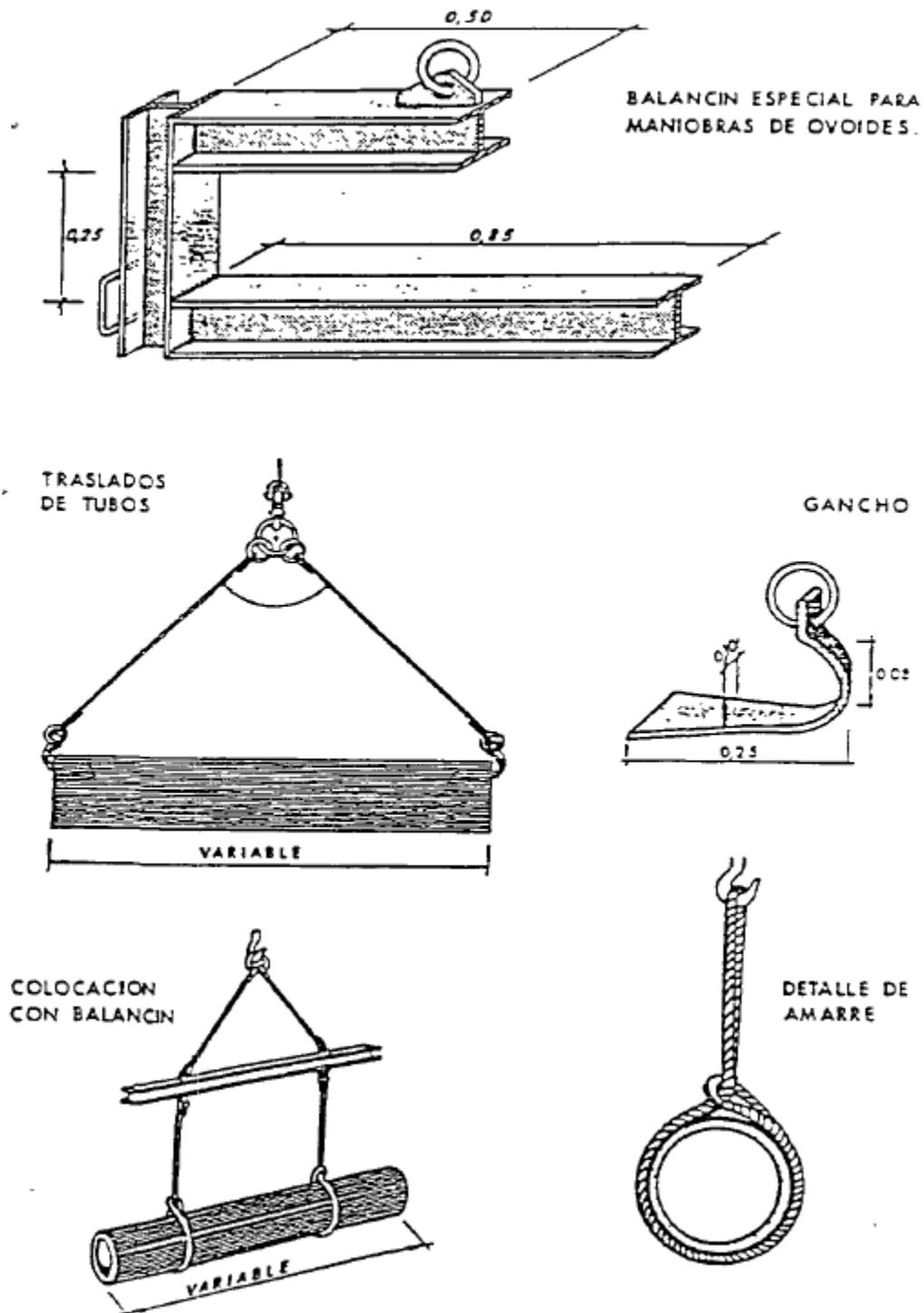
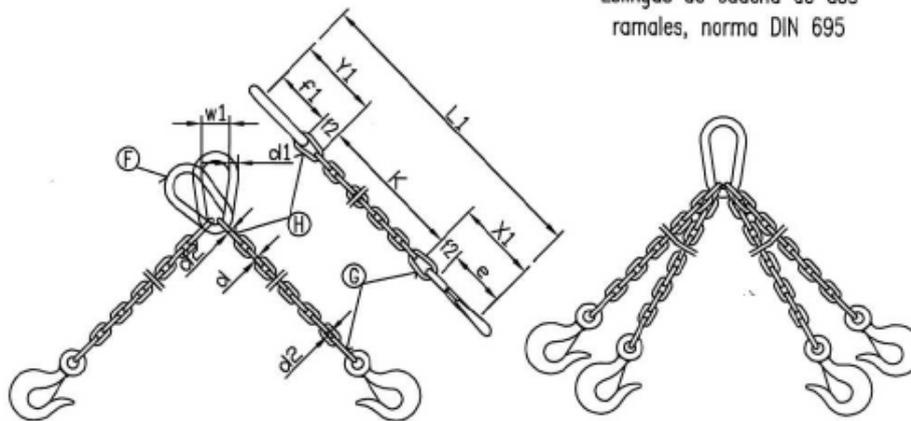


Figura 15: Útiles de izado.

Eslingas de cadena de dos  
ramales, norma DIN 695



CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA ÚTIL			X <sub>1</sub> mm.	Y <sub>1</sub> mm.	Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm. L <sub>1</sub> mm.	ESLABÓN F			ESLABONES G H		
		45°	90°	120°				f <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.	w <sub>1</sub> mm.	f <sub>2</sub> mm.	f <sub>3</sub> mm.	d <sub>2</sub> mm.
Espesor nominal d mm.	DIN 689 e mm.	Kgs.	Kgs.	Kgs.									
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularán como múltiplos del paso t, según DIN 766.  
Estas eslingas se construyen también con argolla en lugar de gancho.  
Al remolcar más de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.

Figura 16: Eslingas de cadena.

El número de perrillos y la separación entre los mismos depende del diámetro del cable a utilizar. Una orientación la da la tabla siguiente:

DIÁMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diámetros
de 12 a 20	4	6 diámetros
de 20 a 25	5	6 diámetros
de 25 a 35	6	6 diámetros

Normas a tener en cuenta :

Por la sencillez de su construcción, las Gazas confeccionadas con perrillos son las más empleadas para los trabajos normales en obra.

Es importante tener en cuenta su forma de construcción, para poder evitar al máximo accidentes de cualquier tipo.

Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.

Una mala ejecución de la Gaza puede tener como consecuencia, la caída de la carga.

Forma correcta de construcción de una Gaza :

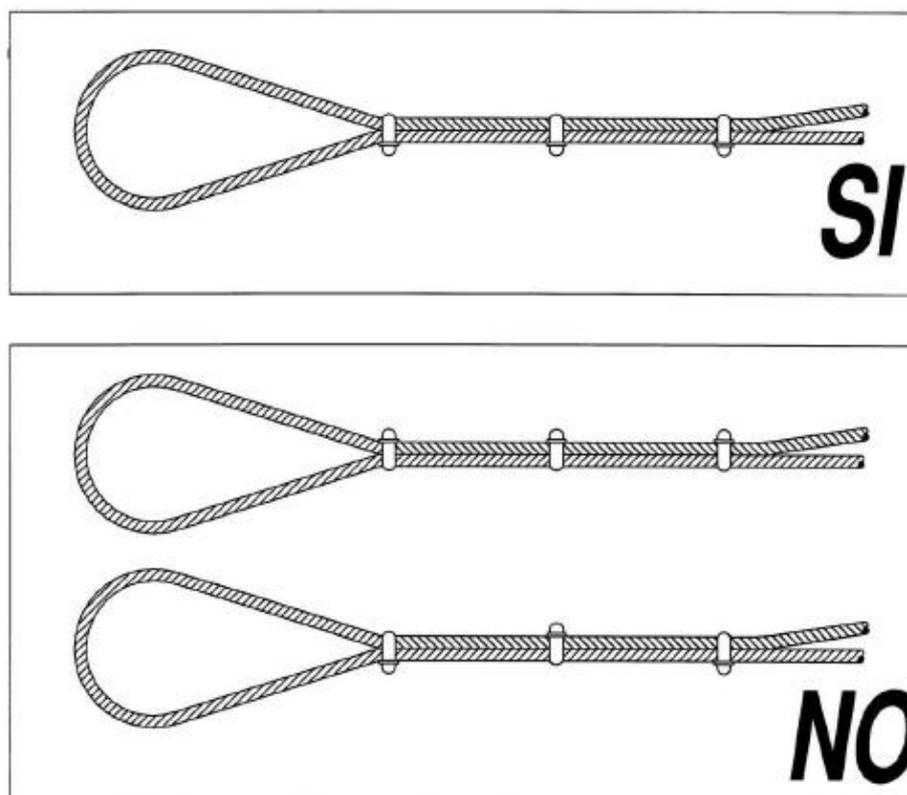


Figura 17: Gazas realizadas en obra.

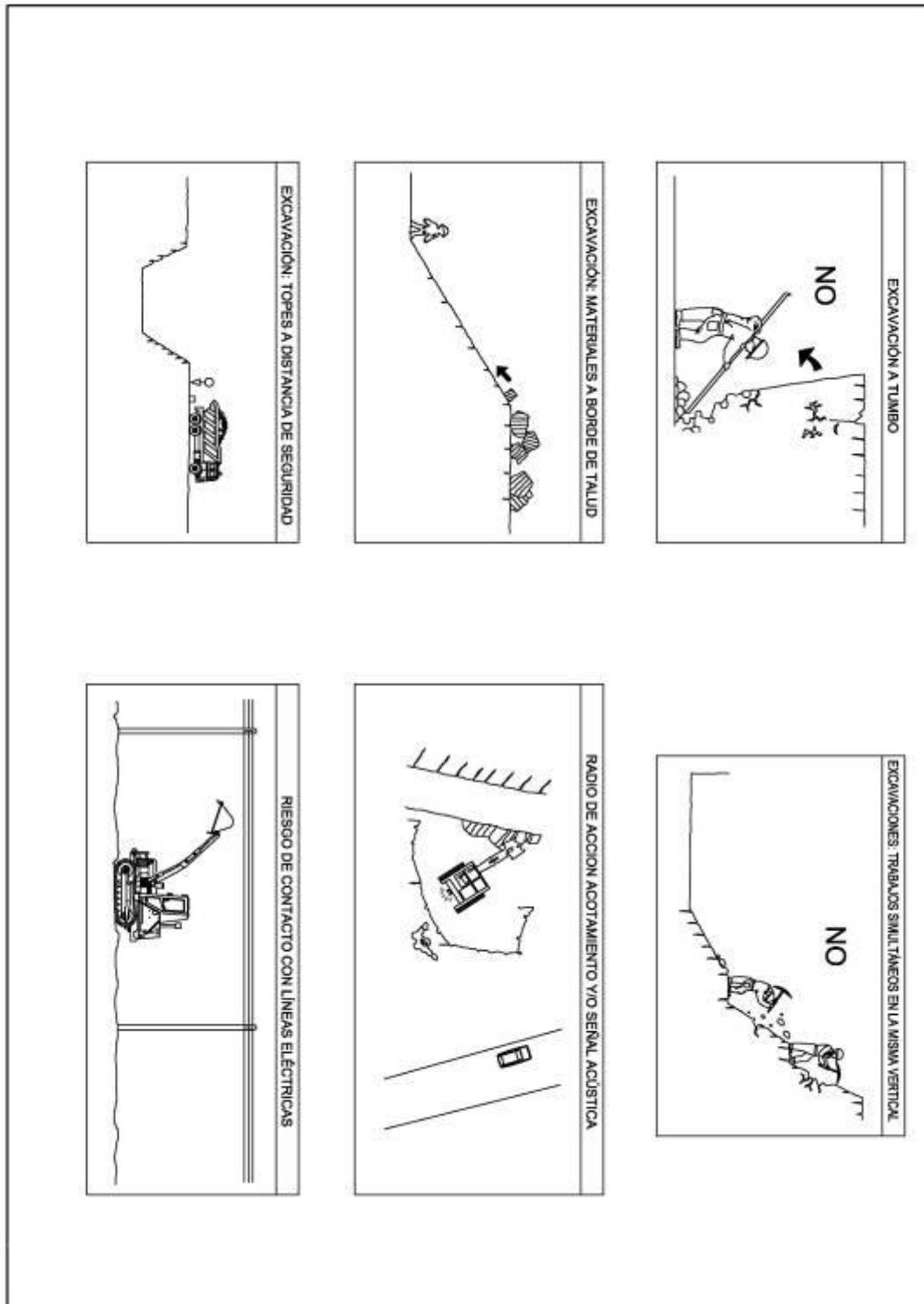


Figura 18: Medidas preventivas en movimientos de tierras.

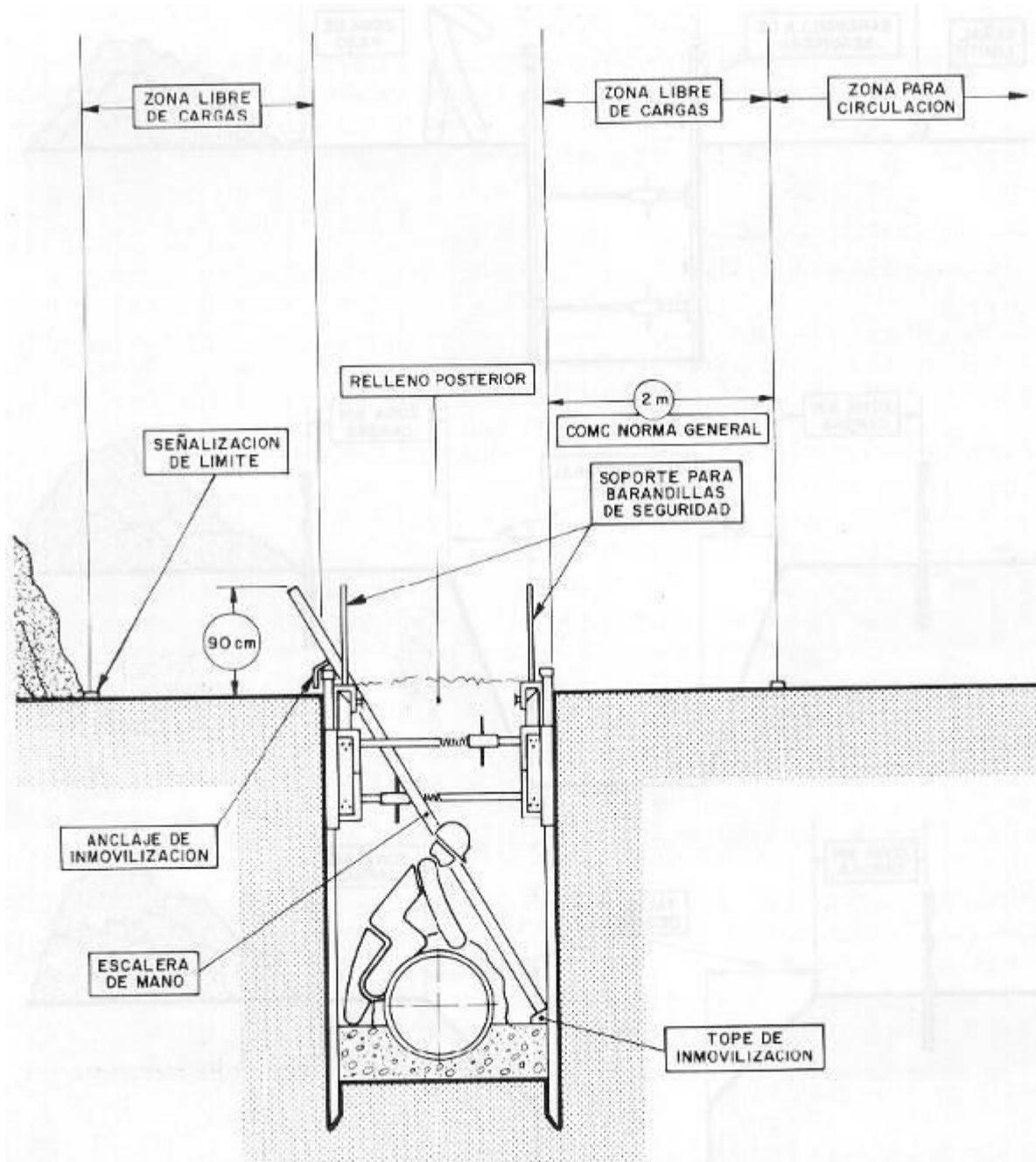
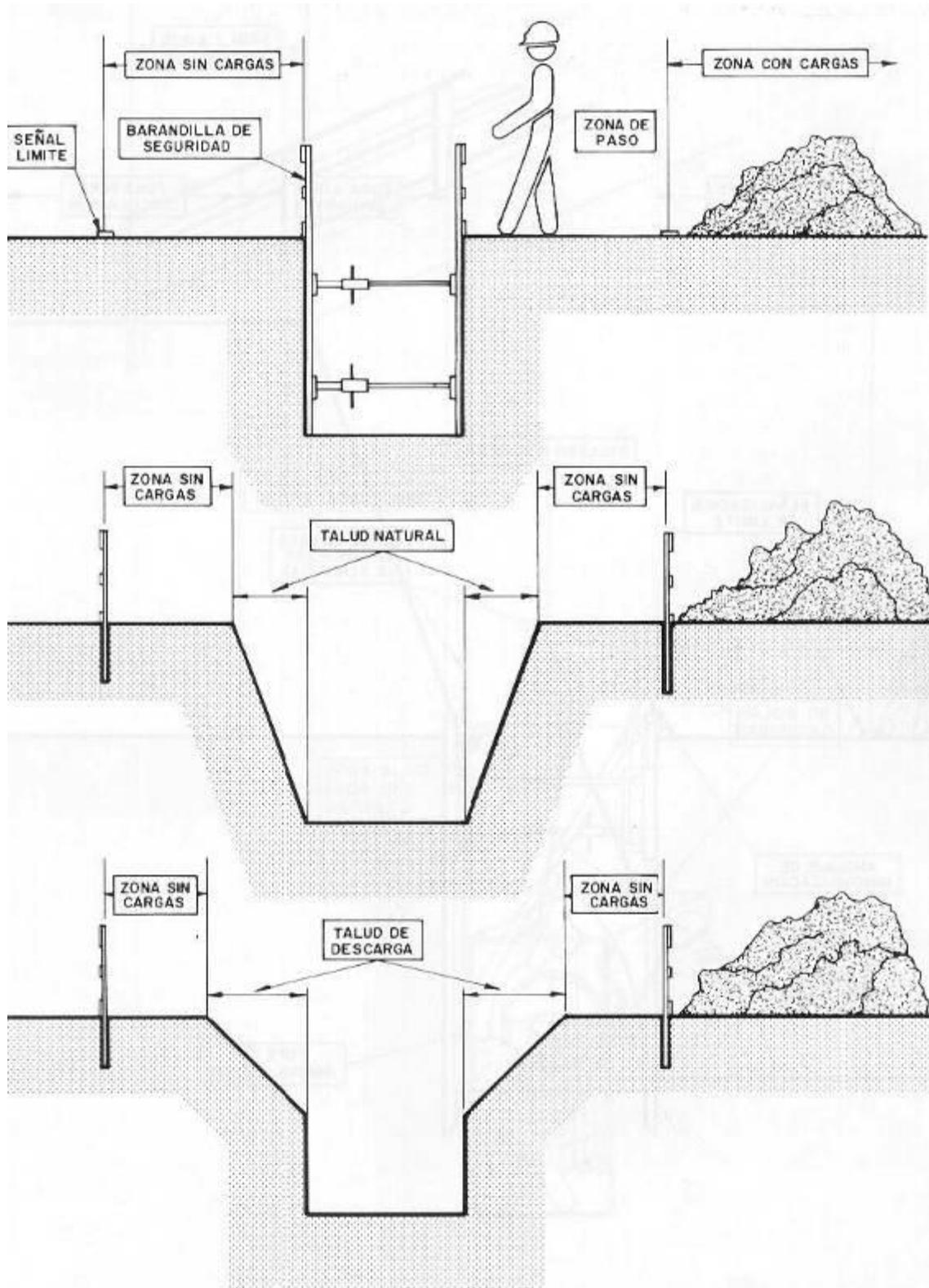


Figura 19: Protección, señalización y entibación de zanjas.



Figur

20: Protección, señalización y entibación de zanjas.

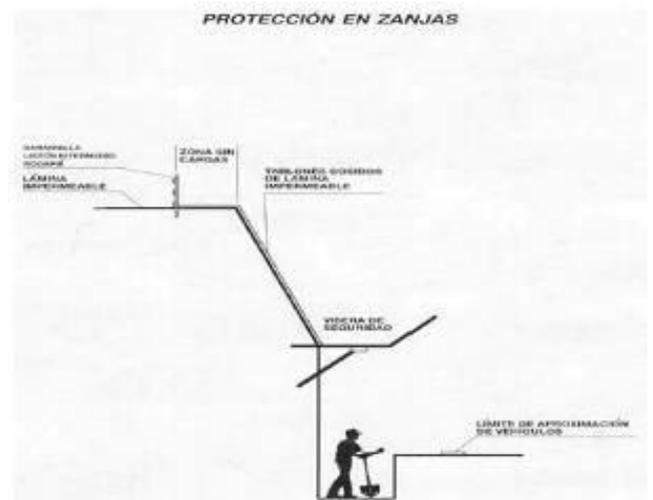
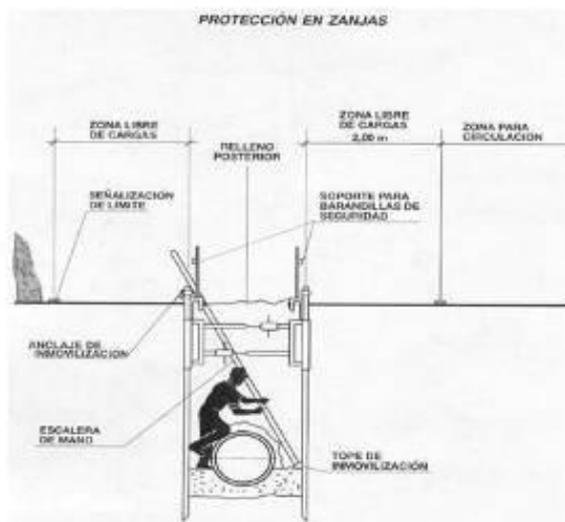
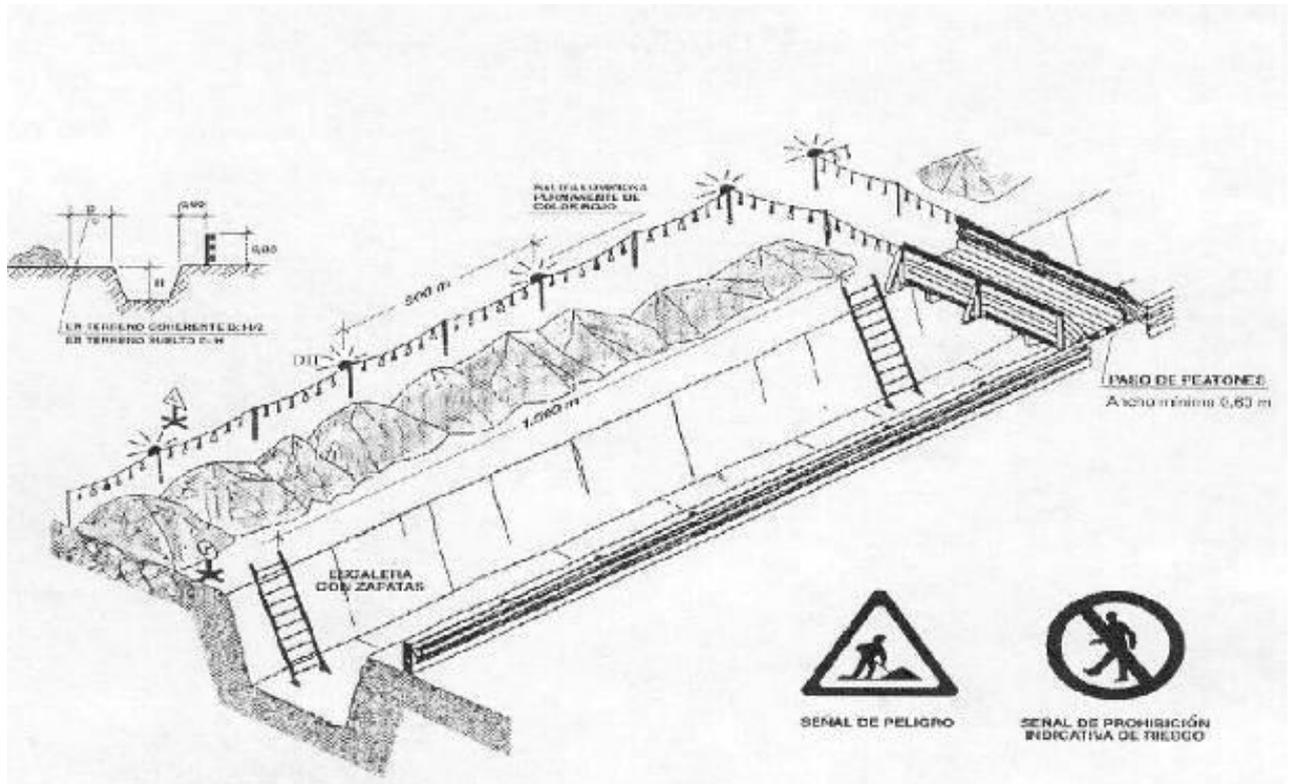


Figura 21: Protección, señalización y entibación de zanjas.

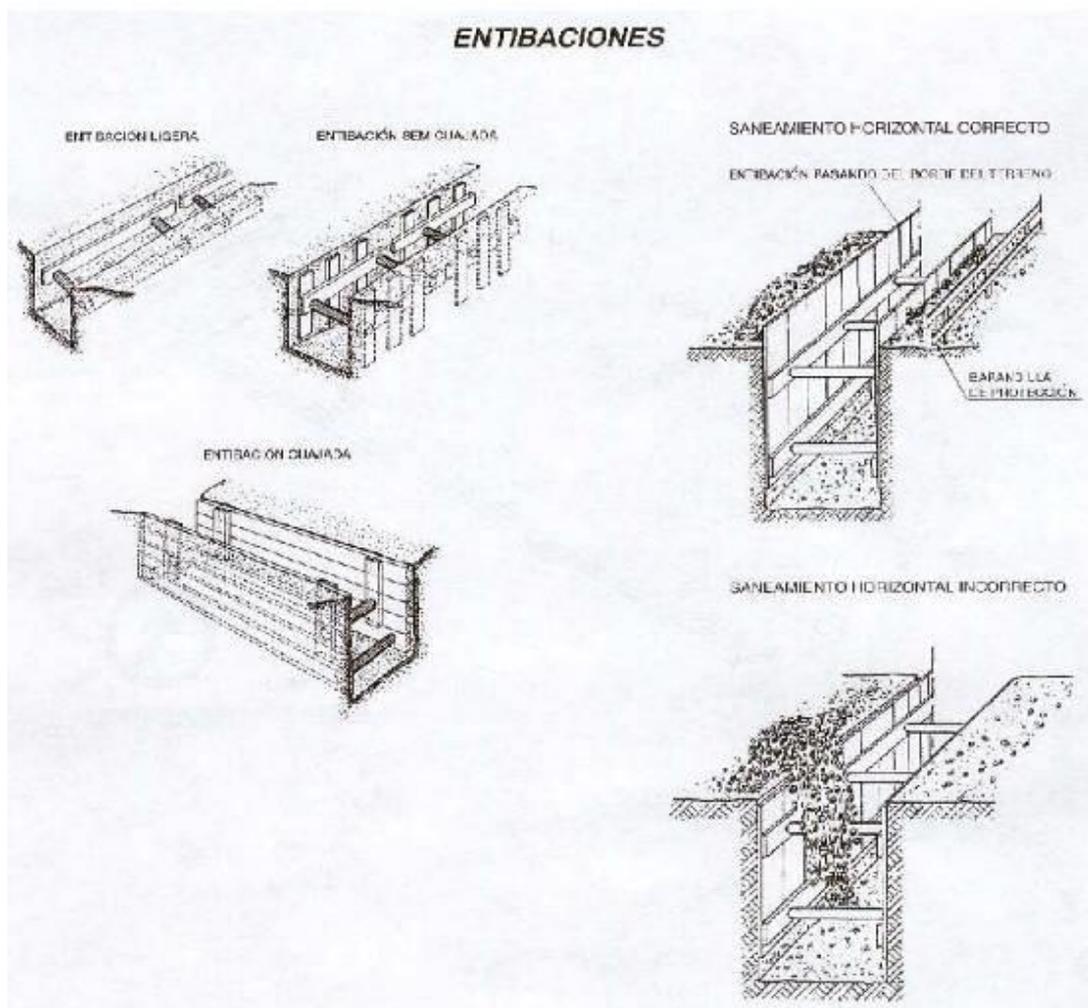
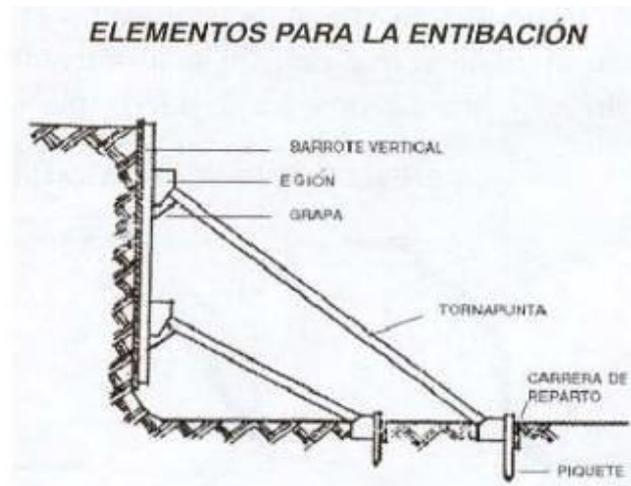
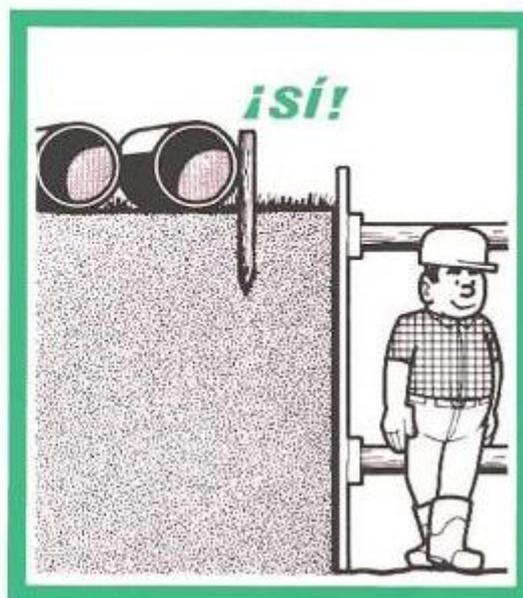


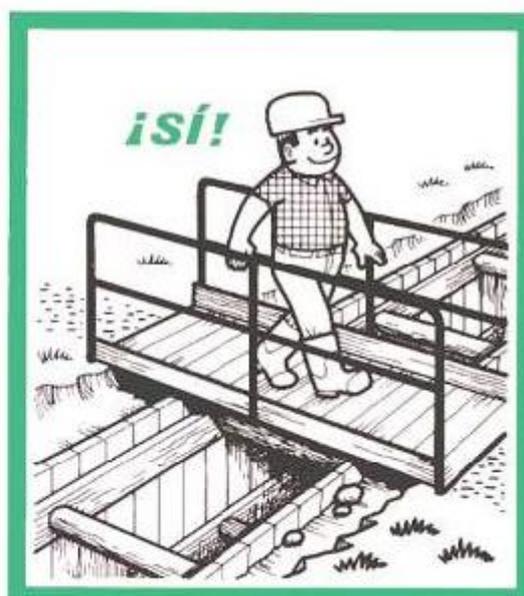
Figura 22: Protección, señalización y entibación de zanjas.



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.



No pasar nunca por el entibado para trabajar o franquear una zanja.

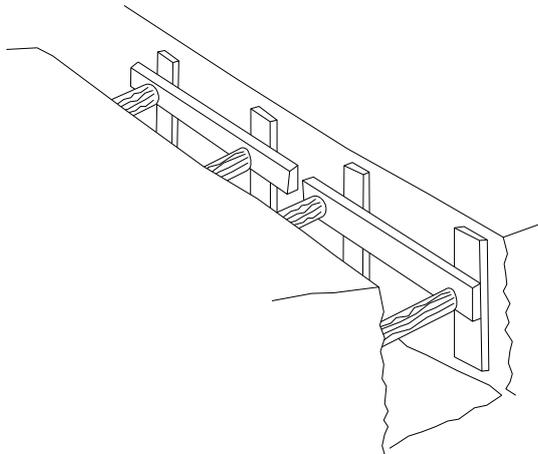


Se deben instalar pasarelas provistas de barandillas para franquear las zanjas.

**Figura 23:** Protección, señalización y entibación de zanjas.

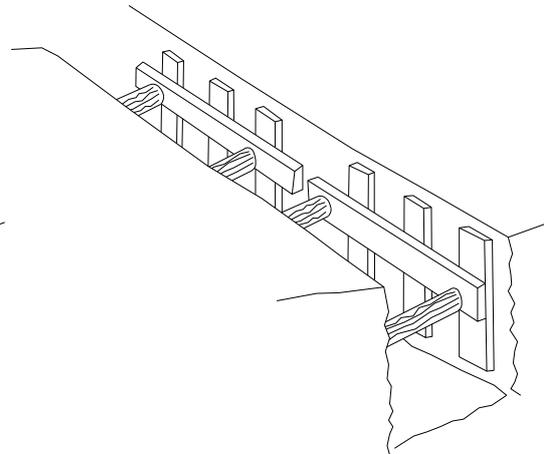
### ENTIBACION LIGERA

- SE COLOCA EL MATERIAL DE CONTENCION DE FORMA REPARTIDA Y CUBRIENDO MENOS DEL 50% DE LA SUPERFICIE.
- PUEDE UTILIZARSE EN TERRENOS ESTABLES Y CON PROFUNDIDAD DE HASTA 2.00m, SIN SOLICITACIONES.



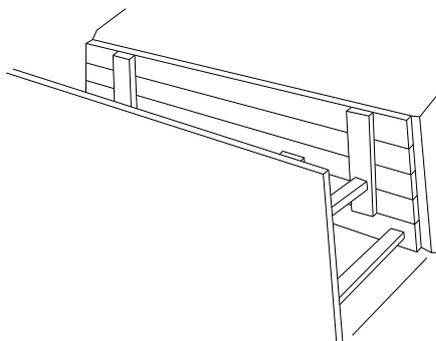
### ENTIBACION SEMICUAJADA

- SE EFECTUARA COMO MINIMO EN TERRENOS SIN SOLICITACION Y HASTA UNA PROFUNDIDAD E 2.50m, O CON PROFUNDIDADES INFERIORES SI HAY SOLICITACION.



### ENTIBACION CUAJADA

- SE INSTALA PARA CUBRIR TODA LA SUPERFICIE DE LAS PAREDES EXCAVADAS, POR LO QUE ES ADECUADA PARA CASI LA TOTALIDAD DE LAS SITUACIONES Y OFRECE EL MAYOR PORCENTAGE DE GARANTIAS.



**Figura 24:** Protección, señalización y entibación de zanjas.

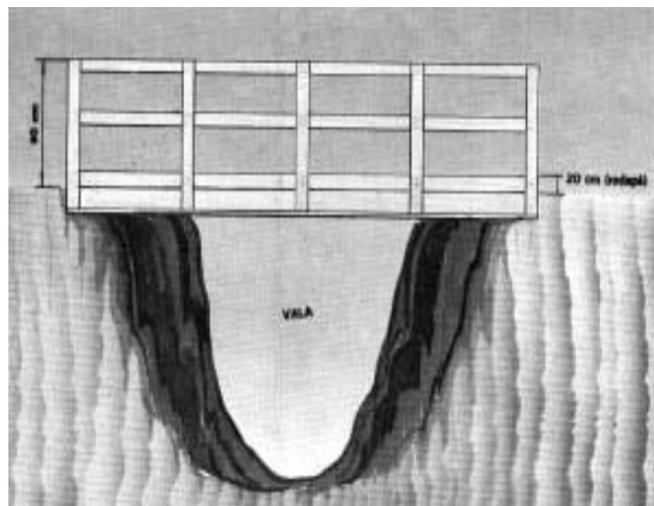
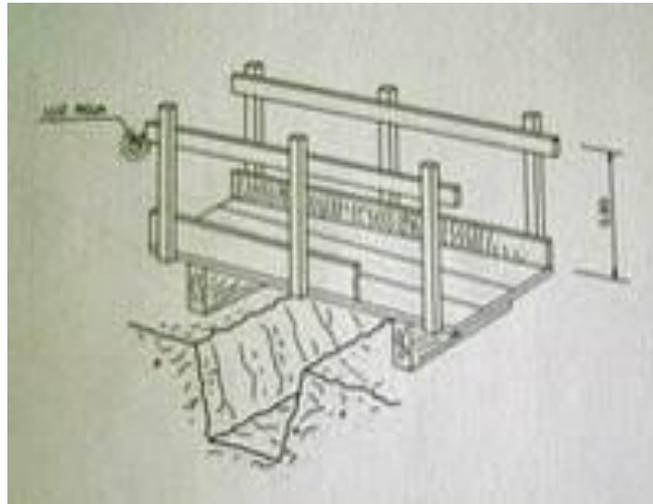
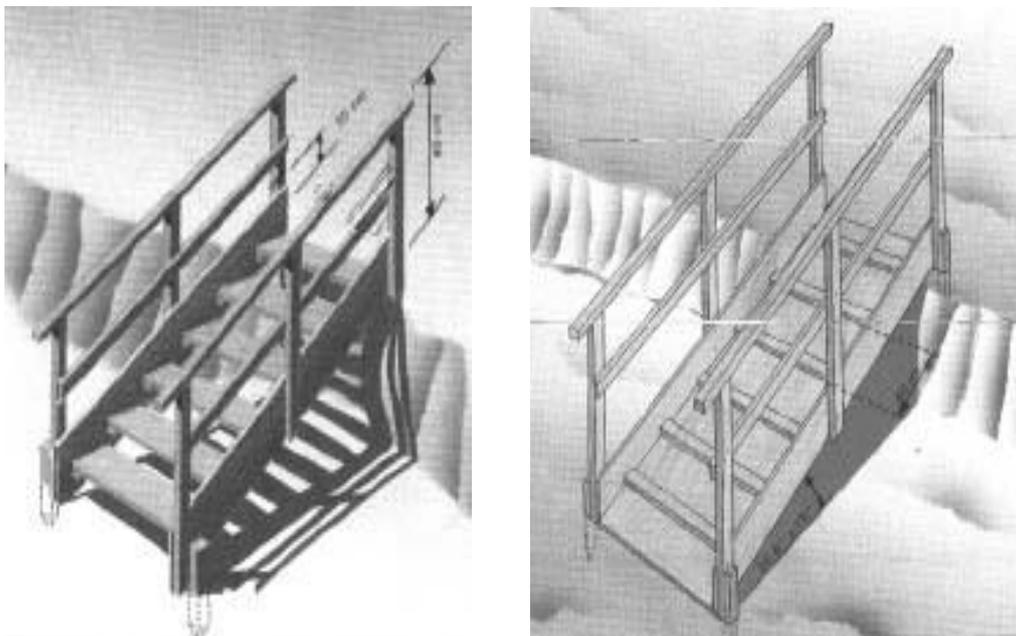
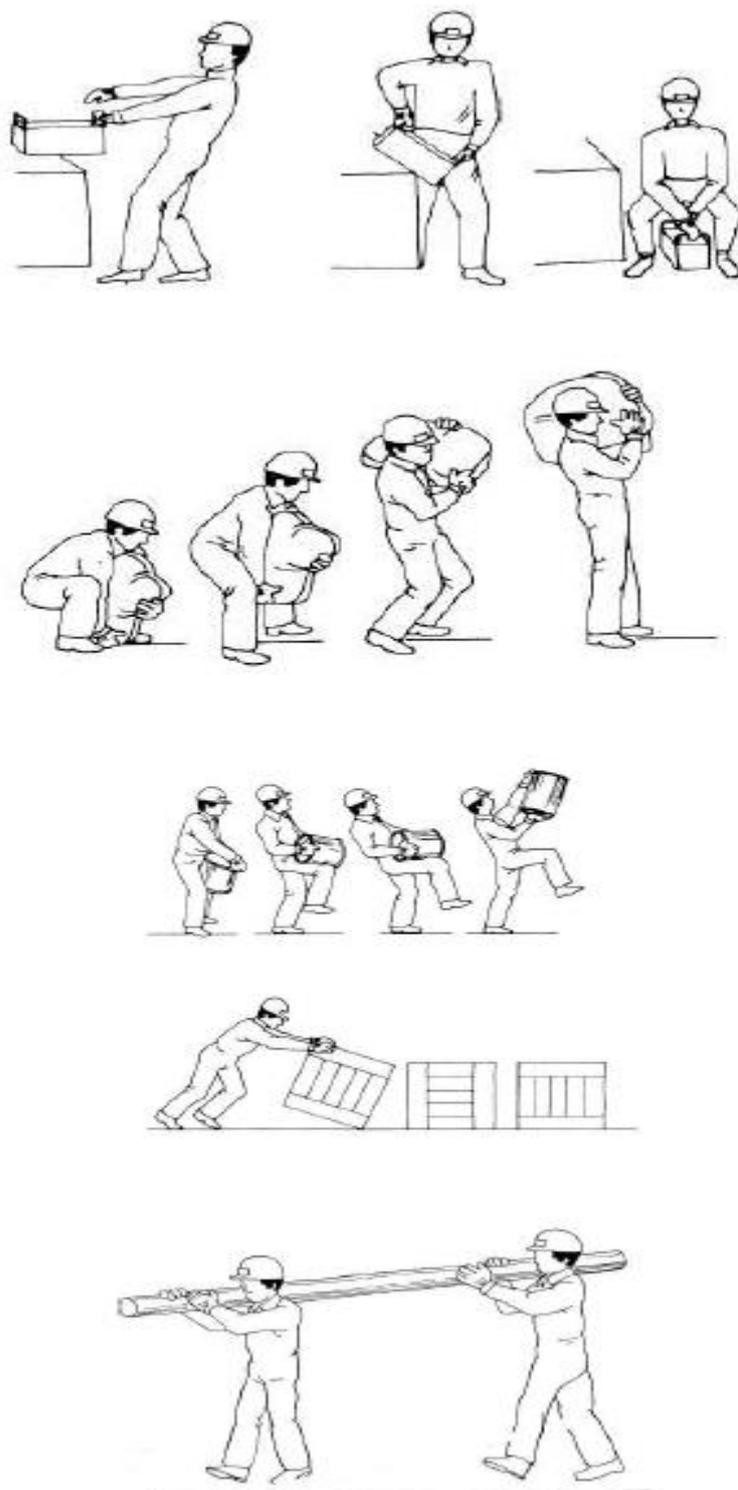


Figura 25: Pasarelas sobre zanjas.



**Figura 26:** Escaleras y rampas para salvar desniveles





**Figura 28:** Manipulación manual de cargas.

### 12.3 Equipos de trabajo

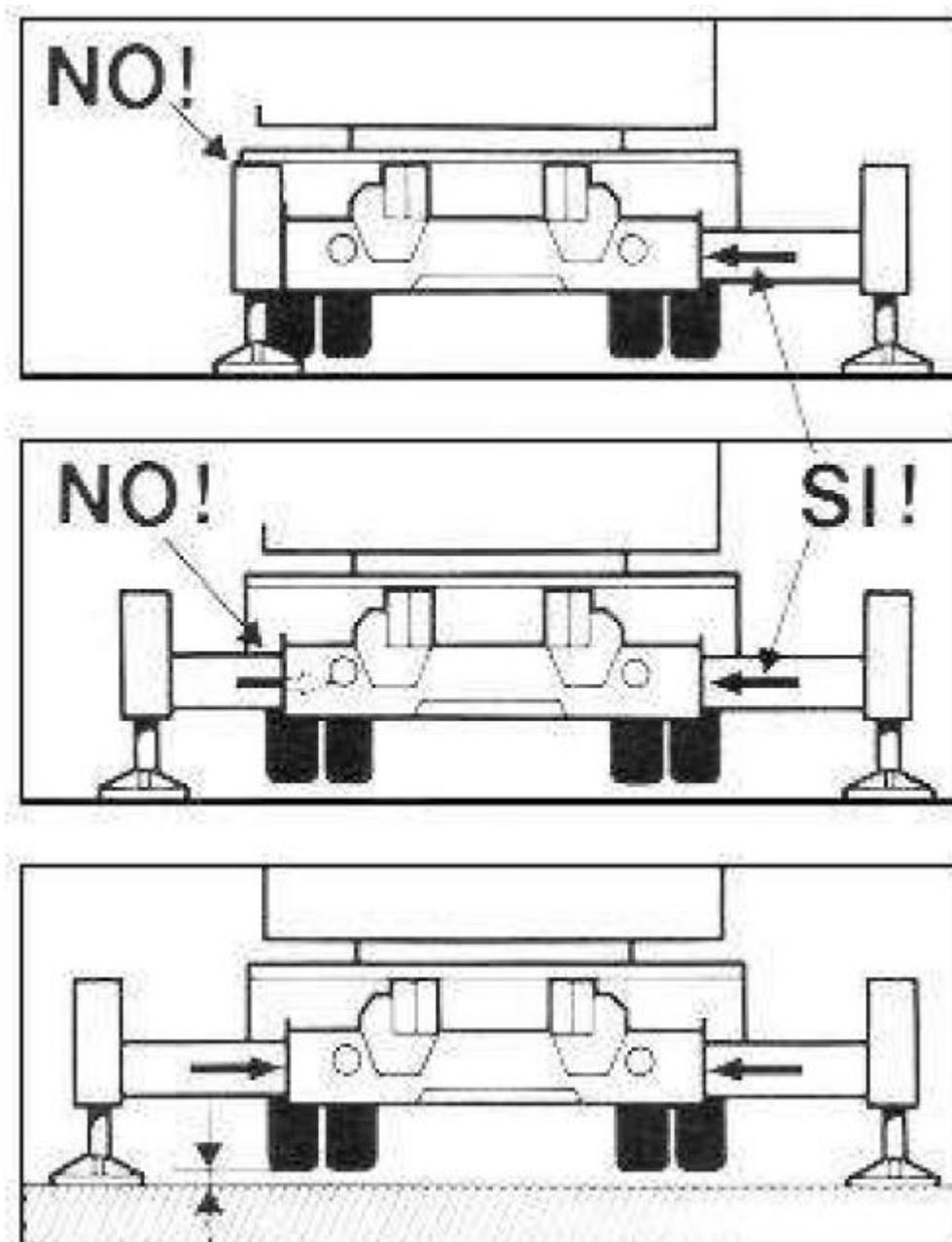


Figura 29: Estabilización de grúas.

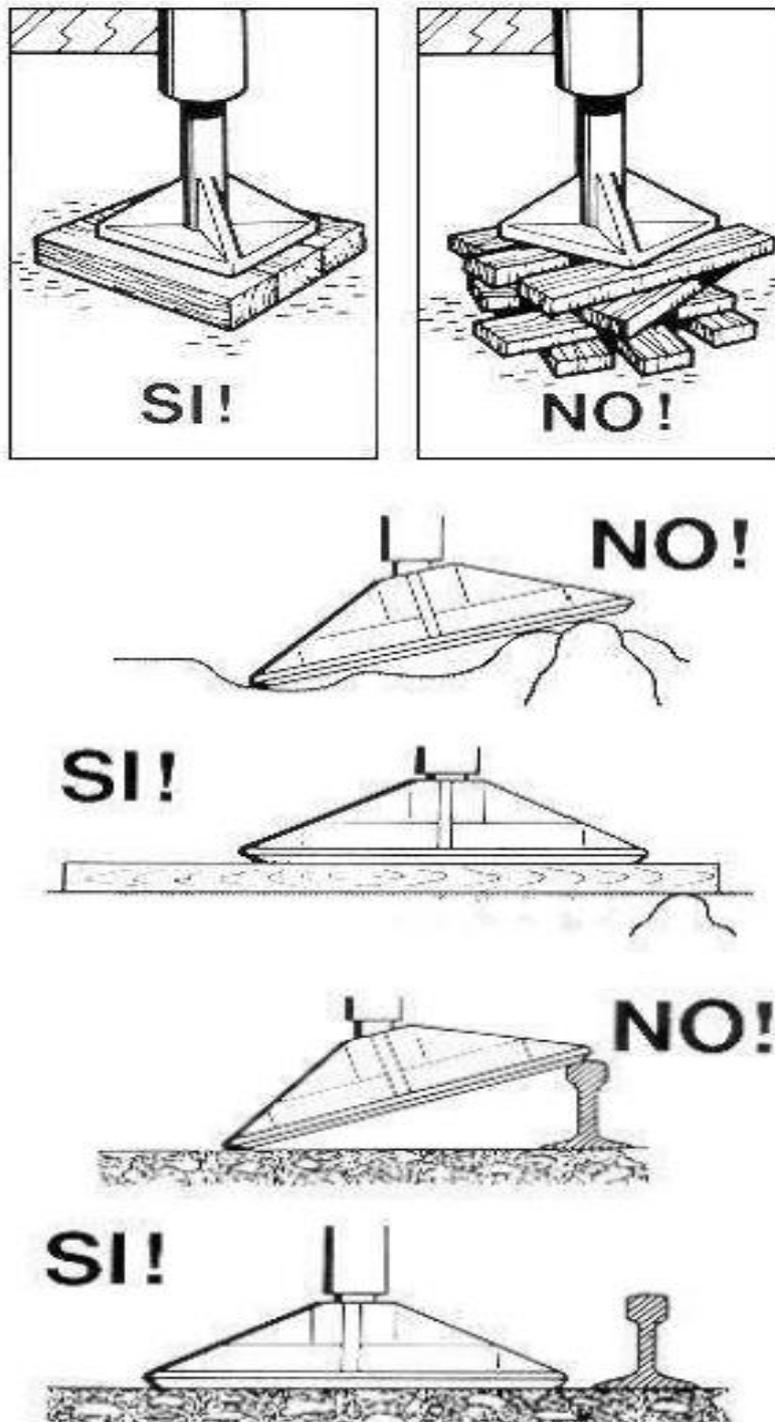
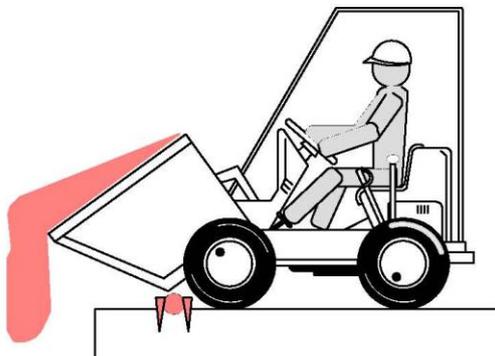


Figura 30: Estabilización de grúas.

### DUMPER



- CON EL VEHICULO CARGADO LAS RAMPAS DEBEN BAJARSE MARCHA ATRAS.
- NO SE DEBE CICULAR A MAS DE 20 Km/h. LA CONDUCCION SE HARA DE FORMA PRUDENTE.



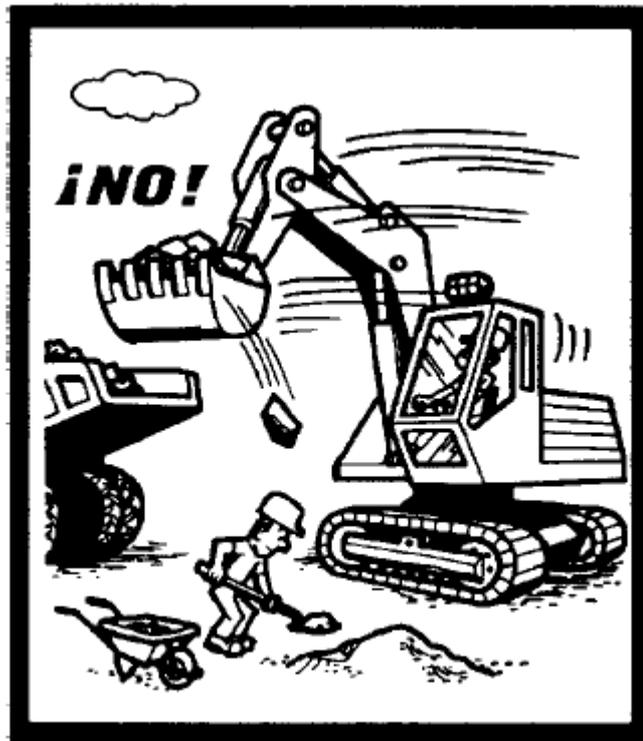
- COLOCAR TOPE DE FIN DE RECORRIDO PARA VERTER MATERIALES.



- EN NINGUN CASO SE SUPERARA LA CARGA MAXIMA. SE DISPONDRA LA CARGA DE MANERA QUE GARANTICE LA ESTABILIDAD DEL DUMPER.
- LA CARGA NUNCA DIFICULTARA LA VISIBILIDAD DEL CONDUCTOR.

- EL MANEJO DEL DUMPER SOLO LO REALIZARA PERSONAL AUTORIZADO.
- EL CONDUCTOR DEBERA UTILIZAR CINTURON ANTIVIBRATORIO.
- PARA CIRCULAR POR VIAS PUBLICAS ESTARAN PROVISTOS DE LUCES Y DISPOSITIVOS DE AVISO ACUSTICO.
- ESTA ABSOLUTAMENTE PROHIBIDO EL TRANSPORTE DE PERSONAL.

Figura 31: Manejo de maquinaria: Dumper.



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

Figura 32: Utilización de maquinaria.

## 12.4 Medios auxiliares

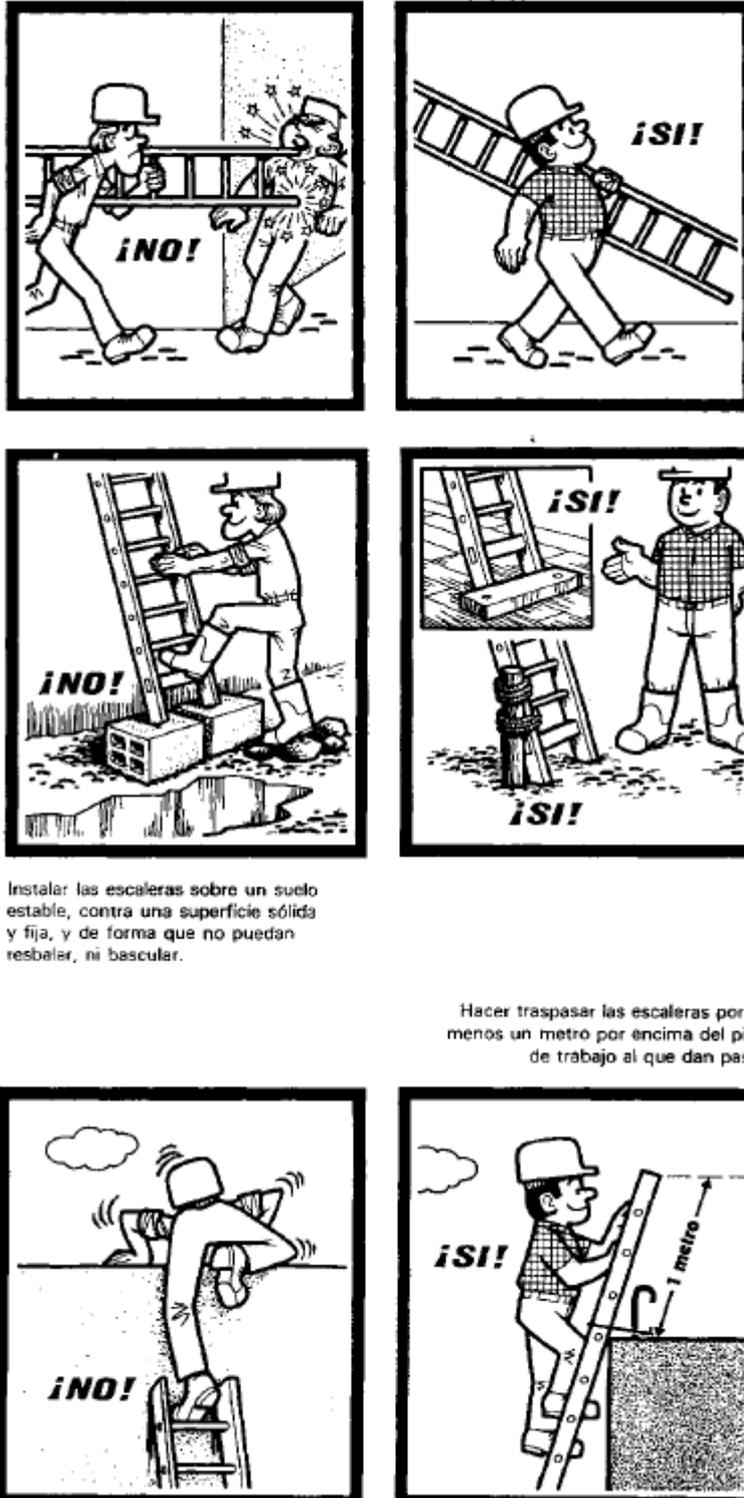


Figura 33: Uso de escaleras.

## 12.5 Instalación eléctrica

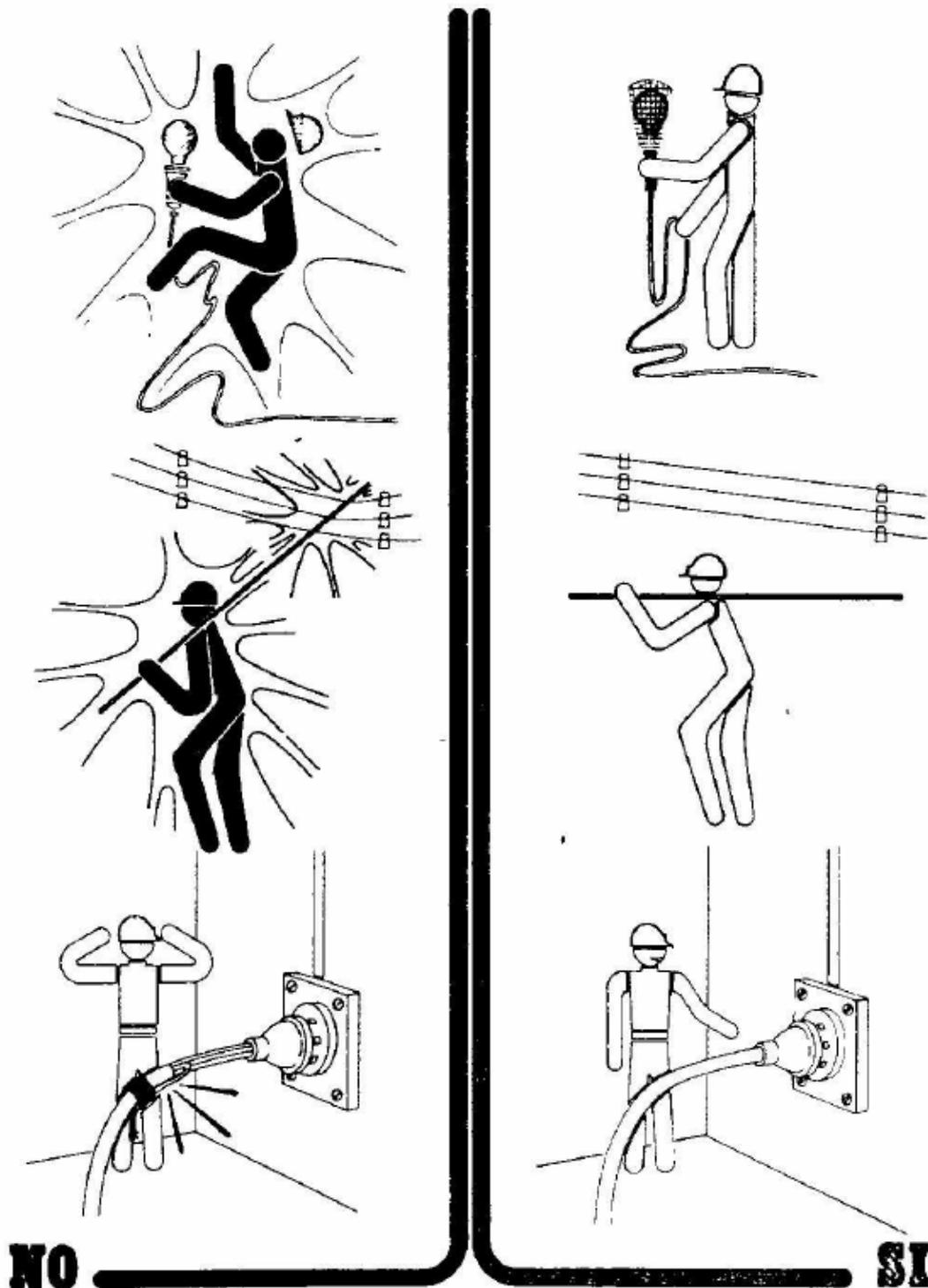


Figura 34: Normas seguridad instalación eléctrica.

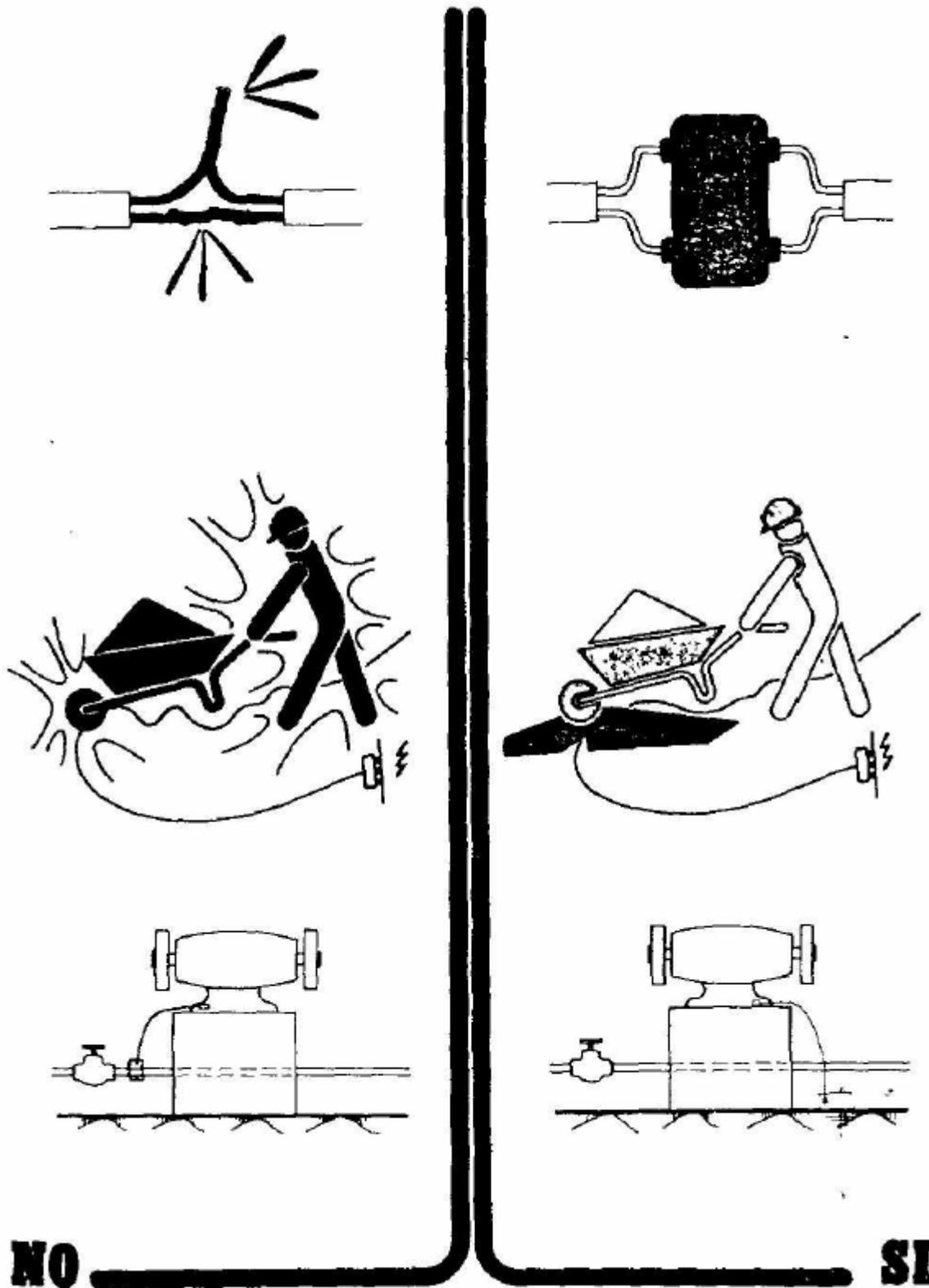


Figura 35: Normas seguridad instalación eléctrica.

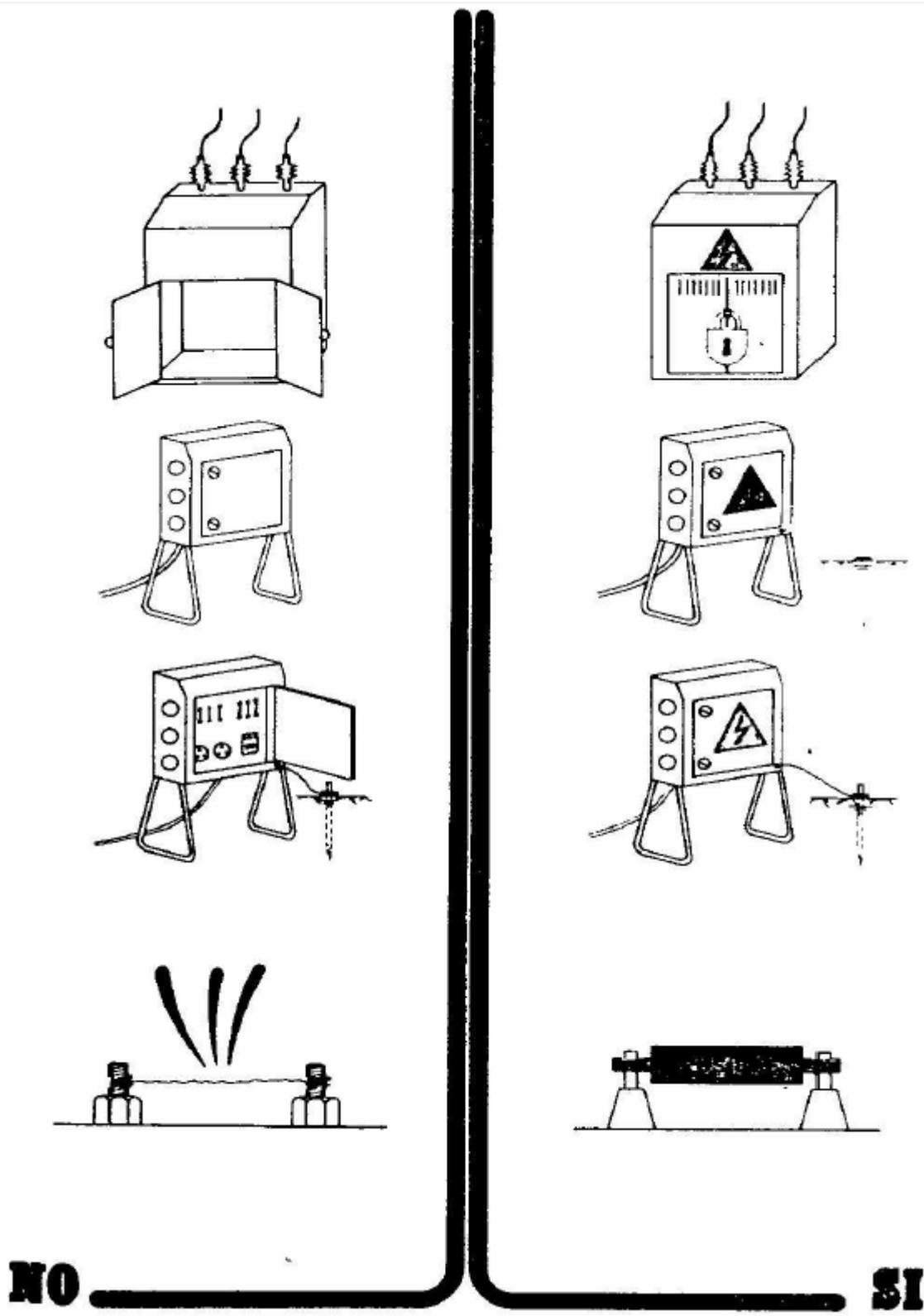
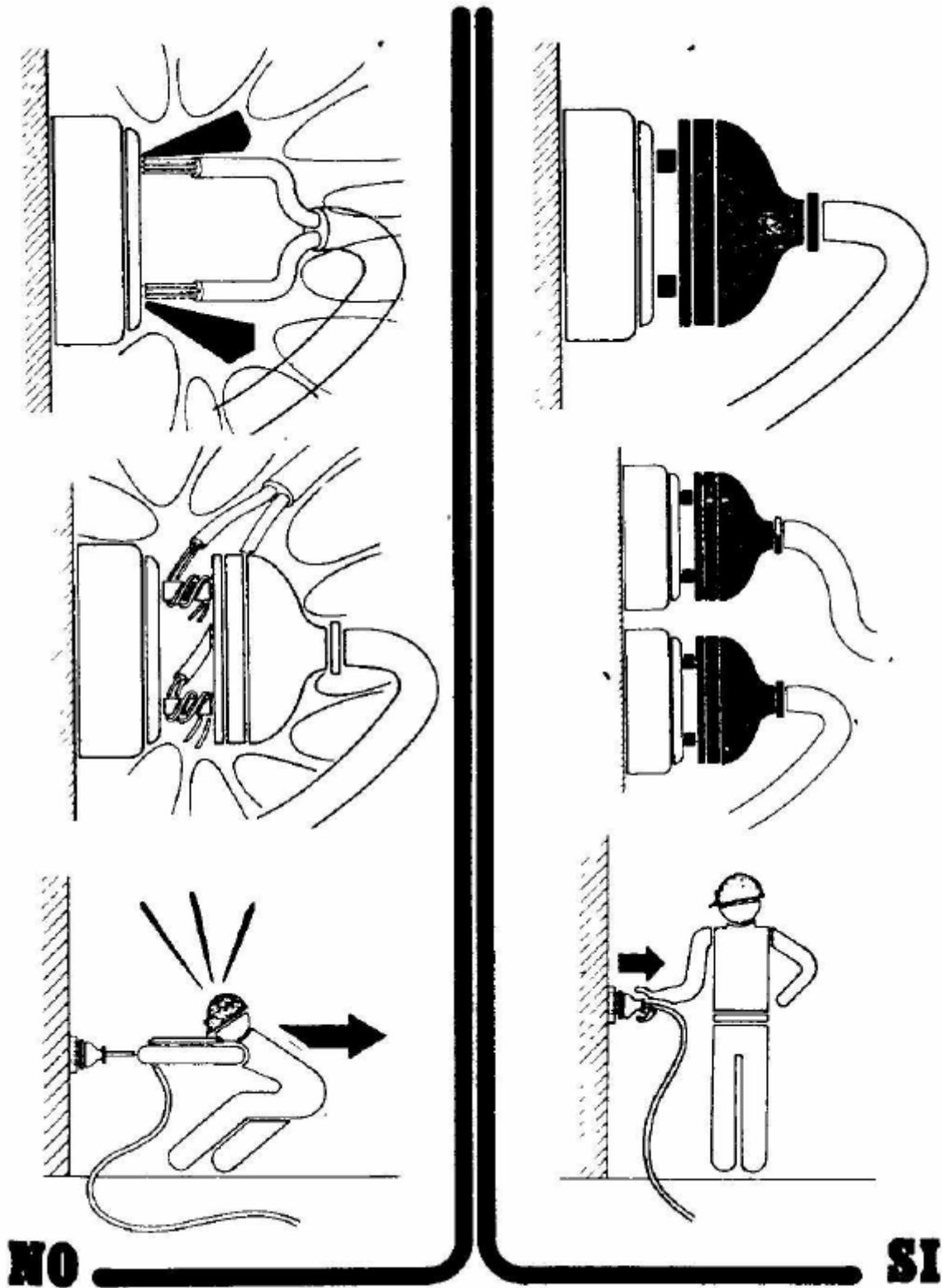


Figura 36: Normas seguridad instalación eléctrica.

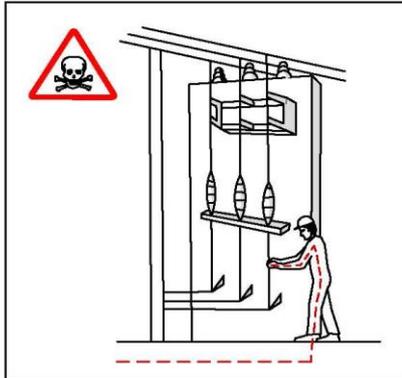


gura 37: Normas seguridad instalación eléctrica.

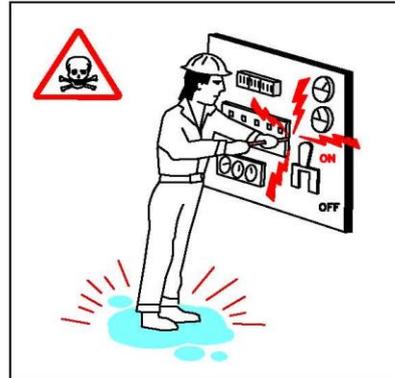
Fi

**RIESGOS ELECTRICOS  
CAUSAS DE ACCIDENTES POR ELECTRICIDAD**

**1- CONTACTOS DIRECTOS**

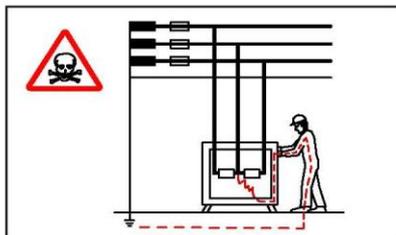


MANIPULACION DE INSTALACIONES

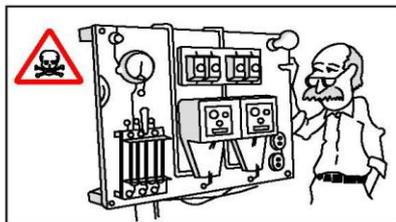


REPARACION DE EQUIPOS BAJO TENSION

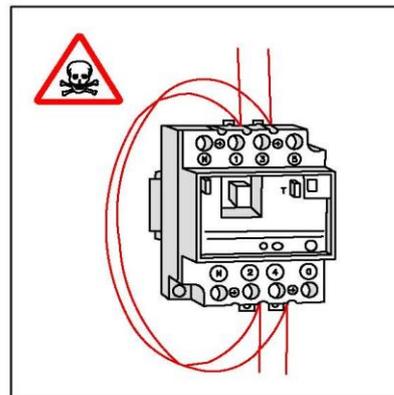
**2- CONTACTOS INDIRECTOS**



DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MAQUINAS SIN PROTECCION.



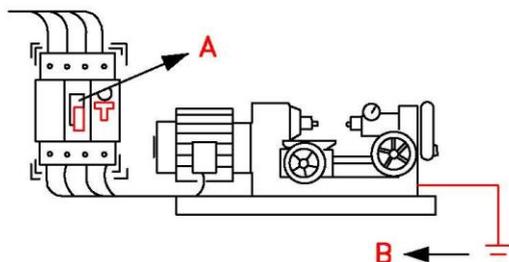
DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MAQUINAS CUYO SISTEMA DE PROTECCION SE ENCUENTRA MAL CALIBRADO O DISEÑADO.



PUENTEADO DE ELEMENTOS DE PROTECCION.

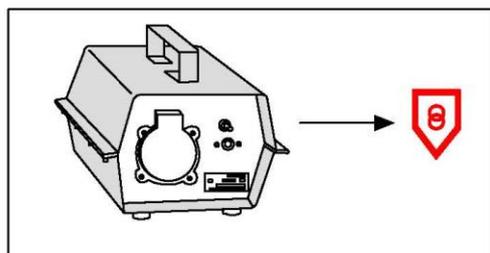
**Figura 38:** Causas de accidentes por electricidad.

## SISTEMAS DE PROTECCION



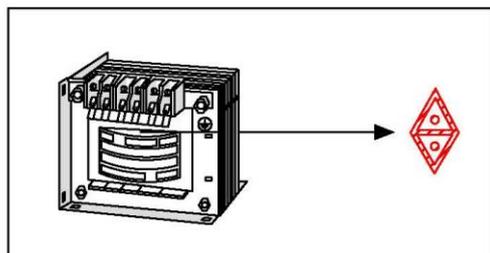
A -EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL LIMITA LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO, DEL DEFECTO.

B -LA PUESTA A TIERRA NOS LIMITA LA TENSION DE DEFECTO A VALORES DE SEGURIDAD.



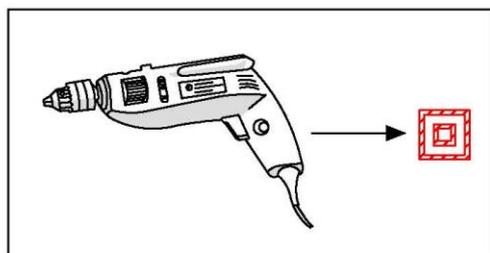
TENSION DE SEGURIDAD:

-CON PEQUEÑAS TENSIONES ES PRACTICAMENTE IMPOSIBLE CAUSAR DAÑO A LAS PERSONAS.



TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:

-NO EXISTE UNION ELECTRICA ENTRE EL CIRCUITO DE ALIMENTACION Y EL DE UTILIZACION.



DOBLE AISLAMIENTO:

-EL CONTACTO SOLO SE PRODUCIRA EN EL CASO DE FALLO DE LOS DOS AISLAMIENTOS.

- NO MANIPULE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SI NO ESTA PREPARADO Y AUTORIZADO PARA ELLO.
- NO UTILICE AGUA PARA APAGAR FUEGOS DE ORIGEN ELECTRICO.
- ANTE UNA PERSONA ELECTRIZADA NO LA TOQUE DIRECTAMENTE.

Figura 39: Sistemas de protección eléctrica.

## 12.6 Señalización

SEÑALES DE PROHIBICIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Figura 40: Señalización de prohibición.

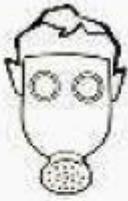
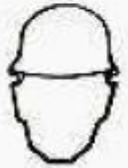
SEÑALES DE OBLIGACION					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Figura 41: Señalización de obligación.

SEÑALES DE OBLIGACION					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA CONTRA CAIDA DE ALTURA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGATORIO ELIMINAR PUNTAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Figura 42: Señalización de obligación.

SEÑALES DE ADVERTENCIA					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE EXPLOSION MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO ELECTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Figura 43: Señalización de advertencia.

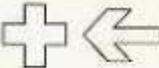
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PELIGRO INDETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETIILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SEÑALES DE ADVERTENCIA					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDA DE OBJETOS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESPRENDIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Figura 44: Señalización de advertencia.

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDAS A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Figura 45: Señalización de advertencia.

SEÑALES DE SALVAMENTO					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

\* Es importante no confundir esta señal con otra de las mismas características, pero con el color de seguridad ROJO y que se utilizará para indicar la dirección a seguir para acceder a un equipo de lucha contra incendio o a un medio de alarma o alerta, la cual podrá utilizarse sola o acompañada de la significativa correspondiente.

Figura 46: Señalización de salvamento.

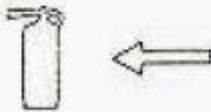
SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
LOCALIZACION DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
DIRECCION HACIA EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	

Figura 47: Señalización de extinción.

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción. Fin del movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

Significado	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
Distancia vertical.	Las manos indican la distancia.	

Figura 48: Movimientos verticales.

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 en 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 en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal.	Las manos indican la distancia.	

Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de 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.	

Figura 49: Peligro.



# DOCUMENTO 6.2: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LÍNEA DE EVACUACIÓN

---

En Albacete, julio del 2023  
El Ingeniero Técnico Industrial

Nº Colegiado: 1.575 COITIAB  
Antonio Sáez López

## ÍNDICE

I.	MEMORIA DESCRIPTIVA	5
1.	OBJETO	6
2.	ÁMBITO DE APLICACIÓN	6
3.	DATOS GENERALES DE LA OBRA	7
4.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	7
4.1	Descripción de los trabajos que se requieren	7
4.2	CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO	8
4.3	Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar	9
5.	EVALUACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	10
5.1	Con carácter general	10
5.1.1	Orden y limpieza. Acopio de materiales	10
5.1.2	Manipulación de cargas	12
5.1.3	Trabajos con riesgo eléctrico	14
5.1.4	Trabajos al aire libre	17
5.2	Relativos al proceso constructivo	18
5.2.1	Movimientos de tierras. Excavaciones de zanjas	18
5.2.2	Tendido de cables subterráneos de alta tensión.	24
5.2.3	Perforación subterránea dirigida.	28
5.3	Relativos a la maquinaria y herramientas	28
5.3.1	Maquinaria de movimiento de tierras en general	28
5.3.2	Retroexcavadora	31
5.3.3	Grúa autopropulsada	32
5.3.4	Camión grúa	36
5.3.5	Camión hormigonera	40
5.3.6	Camión basculante	42
5.3.7	Dúmpster o autovolquete	43
5.3.8	Cabestrantes	44
5.3.9	Máquina de compresión	45

5.3.10	Compresor	46
5.3.11	Martillo neumático	47
5.3.12	Grupos electrógenos	48
5.3.13	Equipo de soldadura oxiacetilénica y oxicorte	49
5.3.14	Equipo de soldadura eléctrica	54
5.3.15	Radial	56
5.3.16	Taladro	57
5.3.17	Maquinas herramientas en general	58
5.3.18	Herramientas manuales	60
5.4	Relativos al entorno	63
6.	PLIEGO DE CONDICIONES	64
6.1	PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	64
6.1.1	Ordenación de la acción preventiva	64
6.1.2	Organigrama funcional	65
6.1.3	Normas generales de seguimiento y control	67
6.1.4	Reuniones de seguimiento y control interno	70
6.2	FORMACIÓN E INFORMACIÓN	71
6.2.1	Acciones formativas	71
6.2.2	Instrucciones generales y específicas	72
6.2.3	Información y divulgación	73
6.2.4	Atribuciones Generales de Seguridad del personal facultativo de obra	75
6.2.5	Funciones Específicas de Seguridad	77
7.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD	85
8.	MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA	86
8.1	Condiciones generales	86
8.2	Información previa	86
8.3	Servicios afectados: identificación, localización y señalización	87
8.4	Accesos, circulación interior y delimitación de la obra	87
9.	MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN	89
9.1	Protecciones colectivas	89

---

9.1.1	Generalidades	89
9.1.2	Señalización y ordenación de tráfico	89
9.2	Equipos de protección individual (E.P.I.)	89
9.2.1	Generalidades	89
9.2.2	Exigencias esenciales de sanidad y seguridad	90
10.	SEÑALIZACIONES	91
10.1	Normas generales	91
10.2	Personal auxiliar de los maquinistas para señalización	91
10.3	Colocación señalización en obra, viales, delimitación de las excavaciones	92
11.	ESQUEMAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	94
11.1	Protecciones individuales.	94
11.2	Protecciones colectivas	104
11.3	Equipos de trabajo	121
11.4	Medios auxiliares	125
11.5	Instalación eléctrica	126
11.6	Señalización	132

# I. MEMORIA DESCRIPTIVA

---

## 1. OBJETO

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

- a) Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 450.759 €.
- b) Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.
- d) Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En base a lo indicado en el párrafo anterior, se elabora el presente Estudio de Seguridad y Salud, que establece durante la realización de la obra, los medios y condiciones precisas para la prevención de riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleva la realización de la obra.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud es la obra de la línea de evacuación media tensión en 30 kV de la planta fotovoltaica “**EL RINCÓN**” que se desarrollará en el término municipal de Padiernos y Niharra (Ávila) así como a todo el personal que va a intervenir en la misma.

### 3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra son los que a continuación se indican:

#### Datos Generales

La Sociedad promotora de la Instalación es:

**Denominación:** EÓLICA SIERRA DE ÁVILA S.L.

**C.I.F.:** B-85263663

**Dirección física y fiscal:** Calle Quintanavides, 13, Edificio 3 - 3º Piso, 28050, Madrid.

**Persona de contacto:** João Marques da Cruz

**Tlf.:** +34 667 768 496

**Email:** [bd-pd.spain@finerge.com](mailto:bd-pd.spain@finerge.com)

#### Otros

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

### 4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 4.1 Descripción de los trabajos que se requieren

Los trabajos consisten en la construcción de una línea subterránea a **30 kV y de simple circuito** con origen en el centro de transformación de la planta fotovoltaica y final en **la subestación elevadora**.

La línea discurre por el término municipal de Padiernos y Niharra (Ávila)

Las unidades de obra más relevantes son:

- Ejecución de obra civil para cables subterráneos (zanjas, cámaras de empalme, etc.)
- Tendido de cables aislados y ejecución de empalmes y terminales.

Todas estas actividades podrán solaparse adecuadamente para reducir en lo posible el plazo total de ejecución de la obra, si bien corresponderá al Contratista la concreción de todas estas circunstancias a la vista del desarrollo real de las diversas actividades programadas, la climatología, las entregas de materiales, etc.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO DE TRABAJO

La principal característica de este tipo de obras es su realización a la intemperie.

Los terrenos afectados por la instalación de la línea de evacuación en el término municipal de Padiernos y Niharra (Ávila), son los siguientes:

**Tabla 1. Parcelas afectadas Línea MT.**

Nº Parcela en Proyecto	Término Municipal	Provincia	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Observación
1	Padiernos	Ávila	19	366	05176A019003660000WJ	Parcela de Planta Fotovoltaica
2	Padiernos	Ávila	19	9002	05176A019090020000WR	Camino de Solosancho
3	Padiernos	Ávila	19	360	05176A019003600000WO	Rústico. Agrario. Secano
4	Padiernos	Ávila	19	359	05176A019003590000WR	Rústico. Agrario. Secano
5	Padiernos	Ávila	19	358	05176A019003580000WK	Rústico. Agrario. Secano
6	Padiernos	Ávila	19	357	05176A019003570000WO	Rústico. Agrario. Secano
7	Padiernos	Ávila	19	355	05176A019003550000WT	Rústico. Agrario. Secano
8	Niharra	Ávila	3	9018	05172A003090180000OK	Camino
9	Niharra	Ávila	3	9020	05172A003090200000OO	Desagüe natural
10	Niharra	Ávila	3	157	05172A003001570000OD	Rústico. Agrario. Secano
11	Niharra	Ávila	3	156	05172A003001560000OR	Rústico. Agrario. Secano
12	Niharra	Ávila	3	154	05172A003001540000OO	Rústico. Agrario. Secano
13	Niharra	Ávila	3	9002	05172A003090020000OH	Camino a Muñogalindo
14	Niharra	Ávila	3	145	05172A003001450000OQ	Rústico. Agrario. Secano
15	Niharra	Ávila	3	9019	05172A003090190000OR	Desagüe natural
16	Padiernos	Ávila	19	406	05176A019004060000WA	Rústico. Agrario. Secano. Parcela Subestación

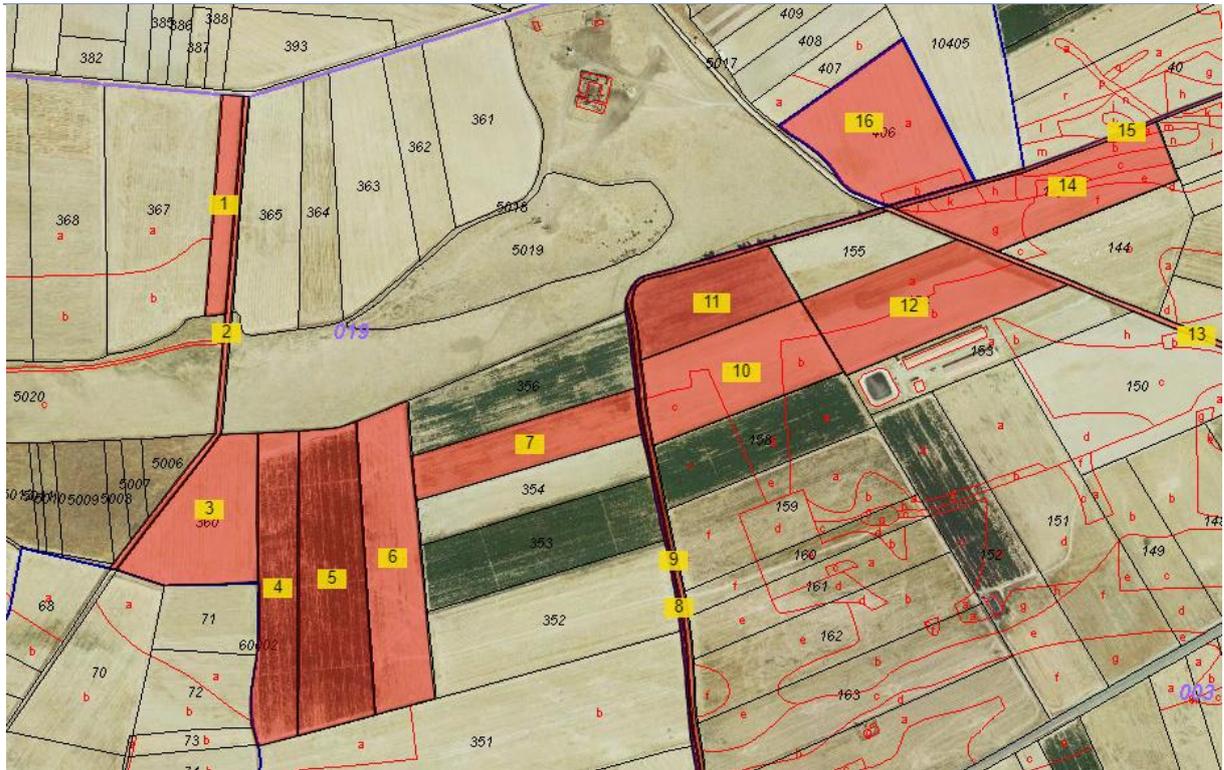


Imagen 1. Parcelas afectadas Línea MT.

#### 4.3 Instalaciones provisionales, maquinaria, medios auxiliares y sustancias a utilizar

Dada la característica itinerante de la obra, no se realizará ningún tipo de instalación provisional: eléctrica, agua, saneamiento, etc.

No obstante, en el caso excepcional en que se proyectara alguna de ellas, se realizará cumpliendo con la reglamentación vigente que les aplique.

Se prevé el uso de grupos electrógenos para el suministro de energía eléctrica a los distintos equipos y herramientas.

##### Maquinaria

- Retroexcavadora.
- Camión hormigonera.
- Grúa autopropulsada.
- Camión basculante.
- Dumpers o autovolquete.
- Camión grúa.

---

#### **Máquinas herramienta**

- Cabrestantes.
- Máquina de compresión.
- Grupos electrógenos.
- Grupo de soldadura.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Compresor.
- Martillo neumático.
- Radial.
- Taladro.
- Cabrestantes.

#### **Herramientas manuales**

- Herramientas de izado.
- Herramientas manuales.
- Cinceles y punzones.
- Martillos.
- Destornilladores.
- Llaves.

#### **Medios auxiliares**

- Escaleras manuales.

## **5. EVALUACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS**

### **5.1 Con carácter general**

#### **5.1.1 Orden y limpieza. Acopio de materiales**

##### **Riesgos**

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Maquinaria automotriz y vehículos.
- Atrapamientos.
- Contactos eléctricos.

- Sobreesfuerzos.
- Tráfico.

El orden y la limpieza hacen que el trabajo sea más seguro. De hecho, el desorden y la suciedad contribuyen a la propagación de incendios, dificultan la evacuación en casos de emergencia y provocan caídas y golpes.

**A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:**

- La basura se colocará en lugar adecuado y será retirada frecuentemente.
- Se evitará la acumulación en el suelo de desperdicios como virutas, papeles, etc.
- Las manchas de aceite, pintura, grasa, etc., se limpiarán inmediatamente.
- Las herramientas y equipos de trabajo se devolverán a su lugar una vez finalizado su empleo.
- Las herramientas punzantes o cortantes se protegerán para evitar daños.
- Cada producto se almacenará en el lugar adecuado.
- No se almacenará nada en: pasillos, vías de evacuación, delante de salidas de emergencia, extintores, etc.
- La altura de los apilamientos será la adecuada al peso que puedan soportar las cajas, palés, etc.
- Se observarán estrictamente las normas de almacenamiento de todas aquellas sustancias nocivas, corrosivas, explosivas, etc.
- Las botellas y bombonas de combustible se almacenarán en posición vertical y sujeta a la pared mediante bridas que impidan una caída accidental.

**En lo referente al acopio de materiales se tomarán las siguientes medidas:**

El capataz encargado de la obra, buscará un lugar adecuado para el acopio de materiales a pie de obra, velando porque se cumplan las medidas de seguridad durante el proceso de descarga de materiales y que no se interrumpa la circulación, tanto durante la descarga como que los materiales almacenados no creen ningún peligro tanto para la circulación de vehículos, animales o personas como para las instalaciones, especialmente líneas eléctricas.

Para la elección del lugar de acopio, se ha de tener en cuenta los siguientes preceptos:

- Se procurará buscar un lugar de fácil acceso, de tal manera que la entrada y salida de camiones y demás vehículos no cree situaciones de riesgo en las vías de acceso y que todas las maniobras se hagan de acuerdo con el código de circulación.
- Se comprobará minuciosamente que en la zona de descarga o almacenamiento no hay líneas eléctricas que puedan en un momento dado presentar un peligro, especialmente a personas ajenas, camioneros, etc.
- Los postes se depositarán correctamente, para poder realizar las acciones de estrobo y desestrobo.

- Las bobinas se depositarán verticalmente, preferentemente en zona llana, y en cualquier caso, se calzarán adecuadamente para asegurar su estabilidad.

**Se emplearán los siguientes equipos de protección individual:**

- Ropa de trabajo y traje de agua si es necesario.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Casco de seguridad.

### **5.1.2 Manipulación de cargas**

#### **Riesgos**

- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

#### **Equipos de protección individual**

- Casco de protección antiimpacto.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada.
- Guantes de protección.
- Cinturón de protección lumbar.

#### **Medidas preventivas**

##### Recomendaciones generales

- Examine la carga antes de proceder a manejarla, verifique su peso, dimensiones, estabilidad, si presenta aristas vivas, cortantes, objetos punzantes, si está bien atada, cerrada o asegurado el contenedor, envase o recipiente de la carga.
- Utilice botas de seguridad antideslizantes y puntera de seguridad cuando maneje objetos pesados. Use guantes de protección, gafas de seguridad o cualquier otro equipo de protección personal necesario cuando la carga a transportar presente riesgos adicionales.
- Solicite ayuda si la carga es pesada, voluminosa, peligrosa, inestable o la distancia a transportar sea grande. Utilice medios mecánicos auxiliares tales como carretillas automotoras, carros, traspalets, grúas y polipastos, etc., antes de hacerlo manualmente.
- Cuando utilice carros o traspalets para el transporte de materiales, mantenga control visual de la carga que transporte, es recomendable empujar la carga y no tirar de ella.

- Si transporta una carga con ayuda de uno o más compañeros, sólo uno será el responsable de dirigir la maniobra.
- Verifique y evite que las zonas de paso por las que va a transportar la carga presenten obstáculos, aceite, suciedad o humedad en los suelos.
- Inspeccione el lugar donde dejará la carga antes de transportarla y cerciórese de que es estable y seguro. Prepare el lugar donde dejará la carga si es necesario, colocando listones como base que permita posicionar el objeto sin riesgo para las manos, por ejemplo.
- Procure llevar cargas en forma simétrica, evite levantar cargas pesadas con un brazo.
- Utilice el propio peso de su cuerpo para reducir el esfuerzo que se vaya a realizar, como contrapeso para frenar el descenso de una carga, para desequilibrar un objeto que queremos mover, etc.

#### Recomendaciones para el levantamiento manual de cargas

Analizar previamente la carga:

- El peso de la carga no deberá exceder los 40 kg para un trabajador entrenado o los 25 kg para el resto.
- Las zonas de agarre, el contenedor o el recipiente de la carga, deberán ofrecer la suficiente estabilidad y resistencia.
- Si presenta aristas vivas, cortantes, astillas, objetos punzantes, etc., utilizar guantes de protección adecuados.
- Sitúese lo más cerca posible de la carga, con los pies bien apoyados en el suelo.
- Coloque los pies con una separación entre sí similar al ancho de las caderas o a unos 50 cm aproximadamente, con un pie ligeramente más adelante que el otro para proporcionar más estabilidad.
- Flexione las piernas para coger la carga del suelo y aproxímese lo más posible a la carga, manteniendo la espalda recta.
- Sujete firmemente la carga, utilizando las palmas de las manos y las falanges de los dedos. Conserve los brazos y codos lo más pegado posible al cuerpo.
- Levante la carga utilizando las piernas con un movimiento de extensión, manteniendo la espalda recta, metiendo la barbilla (a fin de que el cuello y la cabeza se alineen con el plano de la espalda), con el abdomen contraído y manteniendo la posición de los brazos.
- No levante una carga pesada por encima de la cintura en un sólo movimiento, una vez erguido, utilice los brazos para hacer fuerza.
- Procure mantener, en la medida de lo posible, los brazos extendidos durante la manipulación manual de cargas, para evitar un esfuerzo y fatiga innecesaria.
- No realice giros del tronco, inclinaciones laterales o doble la espalda mientras sostiene o transporta una carga pesada, sólo utilice las piernas para realizar cualquier movimiento o desplazamiento. Camine con la espalda erguida.
- Evite que la carga le impida ver lo que está delante y lleve la carga bien equilibrada.
- Para dejar una carga en el suelo, observe el procedimiento para levantar la carga; para dejarla en una mesa o estantería, procure situarse lo más próximo a ella, apoye la carga y luego posicónela en su lugar rodándola o deslizándola.

### 5.1.3 Trabajos con riesgo eléctrico

#### Normas básicas de seguridad para trabajos en baja tensión

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo ser conocedores de los riesgos inherentes a las instalaciones eléctricas, así como con los métodos de trabajo y medidas preventivas a adoptar.
- No se procederá a la realización de ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos.
- No se manipulará ningún aparato o cuadro eléctrico sin estar autorizado y/o sin saber cómo se comporta la electricidad
- Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico, deberá efectuarse sin tensión. Para dejar la instalación eléctrica sin tensión, se seguirán por este orden las siguientes disposiciones:
  - **Aislar** de cualquier fuente de alimentación la parte de la instalación en la que se va a trabajar mediante la apertura de los aparatos de corte más próximos a la zona de trabajo.
  - **Bloquear** en posición de apertura cada uno de los aparatos de corte, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo. Este cartel será de material aislante, normalizado y llevará una zona blanca donde pueda escribirse el nombre de la persona que realiza los trabajos.
  - **Comprobar** mediante un verificador la **ausencia de tensión** en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, neutros ambos extremos de los fusibles o bornes, etc.).
  - No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos sin comprobar que no existen personas trabajando. El cartel sólo será retirado por la persona que lo colocó y cuyo nombre debe figurar.
  - 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 siguientes medidas:
    - Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizando adecuadamente.
    - Aislar las partes conductoras desnudas, 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.
    - Siempre que se realicen trabajos en tensión, el trabajador irá provisto de la protección personal correspondiente (botas, guantes dieléctricos y pantallas protectoras), y conocerá los procedimientos de trabajo a aplicar. Deberá poseer la formación, acreditación y autorización correspondiente para la realización de los mismos.

**Normas básicas de seguridad para trabajos en proximidad de líneas de A.T.**

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. Se mantendrán siempre las distancias límites de las zonas de trabajo que marca el Real Decreto 614/2001:

$U_n$	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-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

**$U_n$** = 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 el 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 del mismo (cm).

**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 del mismo (cm).

**Zona de peligro o zona de trabajos en tensión:** espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

**Zona de proximidad:** espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

*Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.*

*Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos siempre que sea posible.*

### **Preparación del trabajo.**

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador cualificado, determinará la viabilidad del trabajo.

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.

### **Realización del trabajo.**

Cuando las medidas adoptadas 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 anteriormente, 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.

---

### Líneas subterráneas

Se aplicarán las cinco reglas de oro.

Además, en la apertura de zanjas en que se prevea la existencia de canalizaciones con tendido eléctrico en A.T., se solicitará la desconexión y descargo de la línea en los siguientes casos:

- Para trabajos realizados con herramientas manuales, cuando la distancia sea inferior a 0,5 metros.
- Para trabajos realizados con útiles mecánicos, cuando la distancia sea inferior a un metro.

En todo caso se dispondrán de los planos de las líneas que las empresas suministradoras tengan en la zona de actuación.

Toda canalización subterránea irá protegida y señalizada según se indica en la memoria del Proyecto.

#### **5.1.4 Trabajos al aire libre**

##### **Riesgos**

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Accidentes causados con seres vivos.
- Atropello o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: estrés térmico.
- Fatiga visual.
- Accidentes de Tráfico.

##### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Impermeable.

##### **Medidas preventivas**

###### Protección contra el calor

- Beber abundante agua u otro líquido no alcohólico y tomar abundante sal en las comidas.
- Mantener la piel lo más limpia posible para favorecer la transpiración.
- Cubrir la cabeza con un sombrero o gorra.
- Realizar breves descansos cada dos horas, consumiendo algún alimento y bebiendo agua.

- Evitar, en la medida de lo posible, las faenas en las horas centrales del día.

#### Protección contra el frío

- Utilizar ropa y calzado adecuados, proteger las manos con guantes y usar un pasamontañas si es necesario.
- En caso de humedad elevada o lluvia, se utilizarán prendas y calzado impermeables.
- Incrementar el consumo de líquidos por pérdida de los mismos. Es aconsejable tomar bebidas templadas, dulces y evitar el consumo de alcohol.
- La dieta ha de ser equilibrada y suficiente para contrarrestar el gasto derivado del esfuerzo físico.
- Evitar, en la medida de lo posible, posturas estáticas y especialmente forzadas.

#### Protección en caso de fuerte viento y tormentas

- Evitar situarse debajo o cerca de árboles, postes y sobre todo de tendidos eléctricos para evitar el riesgo de electrocución en el caso de rayos o aplastamiento en caso de fuerte viento.
- No cobijarse en cuevas húmedas ni junto a cursos de agua o cercas de alambre. Cobijarse en cabañas o chozas cerrando puertas y ventanas, cobijarse en masas densas de árboles o dentro de un automóvil.
- No circular con el tractor ni sobre una caballería. Evitar los lugares elevados.
- Si se encuentra en un descampado, y si es posible, tiéndase en el suelo y cúbrase con un plástico hasta que escampe.

## **5.2 Relativos al proceso constructivo**

### **5.2.1 Movimientos de tierras. Excavaciones de zanjas**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de excavación, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel freático).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas, materiales transportados en camiones).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de la maquinaria sin proteger).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (elevación o transporte de personas, caída de máquinas al interior de la excavación).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos (contacto de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas).
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).
- Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas).
- Accidentes causados por seres vivos (presencia de parásitos e insectos).
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

## Medidas preventivas

### Previo a los trabajos

- En todos los casos se llevará a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes del terreno.
- Previamente al comienzo de los trabajos se estudiará las repercusiones del desmonte o terraplén en las áreas colindantes y se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, tomando las medidas oportunas en su caso.

### Acopio de material

- Se impedirá el acopio excesivo de tierras al borde de la excavación, con el fin de evitar las sobrecargas, debiéndose guardar una distancia del borde de la excavación superior a la mitad de la profundidad de ésta, y con un mínimo de 1 metro, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

### Señalización

- Se señalará mediante cinta (amarilla-negra) o método similar la existencia de taludes, siendo conveniente que se realice a unos 2 m del borde, para evitar la aproximación excesiva de maquinaria pesada que pueda producir un desprendimiento o incluso la caída de la máquina.

### Protección colectiva

- Las áreas de trabajo en los que el avance de la excavación determine riesgo de caída en altura, se acotarán debidamente con barandilla de 1 m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

### Vuelco de máquinas o vehículos

- Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.
- Está prohibido utilizar la cuchara de la máquina como freno.
- Cuando sea necesario transportar la pala por pendientes con el cazo lleno se hará marcha atrás y éste estará a ras de suelo.

### Caída de objetos desprendidos

- No se trabajará junto a postes eléctricos cuya estabilidad no quede garantizada.
- Cuando la ejecución del terraplén o desmonte requiera el derribo de árboles, bien se haga por procedimientos manuales o mecánicos, se acotará el área que pueda ser afectada por la caída de éstos.
- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Una vez colmados los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir la caída de dicho material durante su transporte a vertedero.
- El vertido de material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional queden situados en la trayectoria de caída.

#### Atropellos o golpes con vehículos

- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, especialmente cuando exista un alto tránsito de máquinas y personal de a pie.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.

#### Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada deberá disponer de sus resguardos debidamente colocados en evitación de atrapamientos por órganos móviles de transmisión o contactos térmicos.

#### Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad.
- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

#### Revisión

- Se realizará una inspección visual de los distintos elementos del desmonte o terraplén tales como apuntalamientos, apeos, movimientos producidos por empujes del terreno, desprendimientos en coronación de taludes, etc.
- Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

#### Entibación

- Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes).
- El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de la misma.

- Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.
- No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.
- Los codales, o elementos de la misma, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas.
- Aún cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.
- En general las entibaciones, o partes de éstas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.
- Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.
- En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.
- La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.
- Se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cuál es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).
- El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 7 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

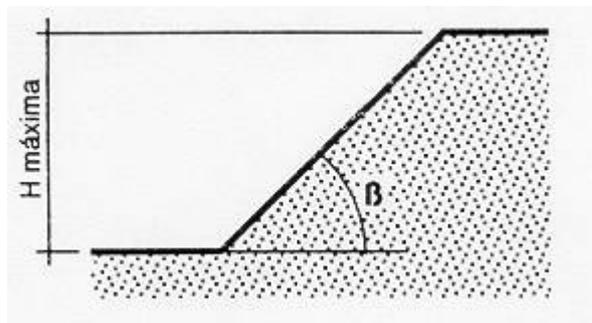
### Elección del tipo de entibación

Tipo de terreno	Solicitud	Profundidad P del corte en m. *			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitud	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitud de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitud de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

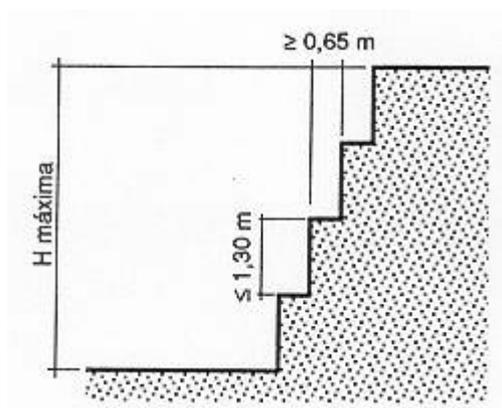
\* Entibación no necesaria en general

Cortes sin entibación: taludes.

- Para profundidades inferiores a 1,3 m en terrenos coherentes y sin sollicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.
- Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.
- Mediante la siguiente tabla, se determinará la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo  $\beta$  no mayor de  $60^\circ$  y de la resistencia compresión del terreno.



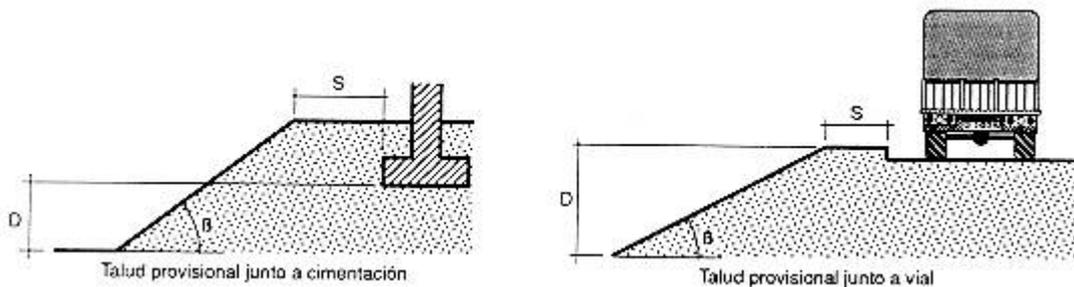
- La altura máxima admisible  $H_{\text{máx}}$  en cortes ataluzados del terreno, con ángulo comprendido entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse a partir de la tabla siguiente. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,3 m (ver figura adjunta):



- El corte de terreno se considerará sollicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación sea menor o igual a los valores "S" de la siguiente tabla:

Tipo de sollicitación	Angulo de talud	
	$\beta > 60$	$\beta < 60$
Cimentaciones	D D	D
Vial o acopio equivalente		D/2

Siendo "D" la altura entre el punto de apoyo de la sollicitación y la base de la zanja.



## 5.2.2 Tendido de cables subterráneos de alta tensión.

### Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de la maquinaria sin proteger).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas u objetos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).

---

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuada para ambiente pulvígeno.
- Otros: (Sistema de comunicación).

### **Medidas preventivas**

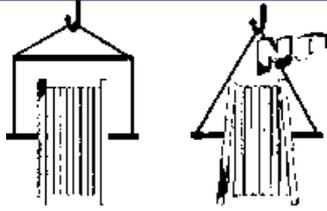
#### **Manipulación de las bobinas.**

Las bobinas de cables nunca deben rodar sobre el terreno. Cuando se bajen del camión donde son transportadas nunca se utilizarán rampas haciéndolas rodar sobre ellas. Para mover las bobinas es necesario izarlas con una grúa o transportarlas mediante una carretilla elevadora.

#### **Izado de las bobinas mediante grúa.**

Cuando se use una grúa para izar las bobinas de cable de Alta Tensión, se utilizará un eje que se colocará transversalmente a través del agujero central de la bobina; este eje tendrá que estar diseñado para soportar el peso de la bobina completa (bobina + cable) sin que sufra desperfectos que puedan hacer caer la bobina y producir daños al cable. Sobre este eje se colocarán y sujetarán las eslingas que irán al gancho de la grúa. La grúa y las eslingas deberán estar diseñadas para soportar el peso de la bobina completa sin sufrir deterioro.

Para evitar que las alas de la bobina se aplasten debido a la presión ejercida por las eslingas y consiguientemente se dañe el cable, se colocará una barra separadora aproximadamente 15cm más larga que la longitud transversal de la bobina manteniendo las eslingas paralelas a lo largo de la bobina y sin tocar con ella



### **Izado de las bobinas mediante carretilla elevadora.**

Cuando se utilice una carretilla elevadora para izar las bobinas de cable de Alta Tensión, la carretilla deberá coger la bobina lateralmente, de tal manera que la bobina sea izada por ambas alas.

Las palas de la carretilla deberán estar dimensionadas para poder coger las dos alas de la bobina. Las palas de la carretilla nunca levantarán la bobina apoyándose en el cable o en las duelas. La carretilla debe estar dimensionada para poder soportar el peso de la bobina completa (bobina + cable) sin que exista peligro de vuelcos.

### **Transporte de bobinas.**

Cuando se transporten los cables de Alta Tensión, se transportarán siempre en posición vertical de pie y descansando sobre las alas de las bobinas. Nunca se transportarán en posición horizontal.

Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento por rodadura.

Asimismo debe haber trabas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las cuñas como las trabas deberán estar fijadas al suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferiblemente perpendicular al sentido de la marcha.

### **Tiro del cable.**

Nunca se utilizará el cable como medio para mover la bobina. Se utilizarán máquinas para realizar la fuerza necesaria para realizar el tendido (winch, cabrestante o máquinas tiradoras). Estas máquinas deberán estar equipadas con: freno, dinamómetro con limitación de esfuerzo, registrador de esfuerzos instantáneo, disponer de regulador de velocidad, y ser capaces de soportar el esfuerzo necesario para tender el cable.

Normalmente, se ubicará el cabrestante en el extremo opuesto del trazado respecto a la ubicación de la bobina.

Esta dispondrá de una cuerda textil (no metálica, y nunca elástica) capaz de aguantar la fuerza necesaria para desenrollar el cable de la bobina y para hacerlo pasar a lo largo del recorrido establecido, y cuya longitud sea como mínimo la longitud del cable a tender.

La unión de la cuerda al cable se realizará a través del cabezal de tiro, mediante un dispositivo giratorio para evitar torsiones. No se utilizarán mangas tira-cables (trenzas de amarre) sujetas al cable por la cubierta para realizar el tendido. El tiro del cable se realizará desde el conductor a través del cabezal de tiro.

A medida que la cuerda se va enrollando sobre el cabrestante, el cable se va desenrollando de la bobina (al ir sacando el cable de la bobina, hay que tener en cuenta el radio de curvatura mínimo que hay que respetar). El desenrollado ha de ser lento para evitar el trabado del cable.

Las fuerzas de fricción y rozamiento con el suelo se minimizarán utilizando rodillos de giro libre por los que discurrirá el cable sin tocar al suelo a intervalos necesarios. Estos rodillos estarán dimensionados para que el cable pueda discurrir por ellos sin que se provoquen daños en la cubierta, disponiendo además de una base suficiente para no volcar.

En las curvas se utilizarán rodillos diseñados para curvas.

- Siempre se respetarán los radios de curvatura del cable definidos por el fabricante.

Según la complejidad del recorrido que tenga que realizar el cable, podemos encontrar limitaciones a la hora de realizar el tendido. Las dos limitaciones principales son:

1. El esfuerzo de tiro máximo que se puede aplicar con garantías de seguridad sobre la punta del cable preparada para el tendido (1890 daN)
2. La presión lateral sobre el cable en los cambios de dirección a lo largo de la ruta (tendido en tubular 1000 daN/m, tendido sobre rodillos 150 daN/rodillo)

Dependiendo de estos factores los esfuerzos (tanto los de tiro como las presiones laterales sobre el cable) pueden llegar a alcanzar valores no aceptables y por lo tanto posibilidades de dañar el cable durante su instalación.

En estos casos se utilizarán máquinas ayudadoras o entregadoras a intervalos apropiados a lo largo del recorrido, tomando las medidas necesarias para poderlas ubicar.

En instalaciones en tubulares, se podrán utilizar lubricantes para facilitar el paso del cable por la tubular, siempre y cuando no afecten a las propiedades del cable.

- Debido a la criticidad de la operación, el tendido de cables de Alta Tensión se realizará siempre en presencia del director de obra o persona por él delegada.

Durante el tendido, siempre debe haber una persona cerca de la bobina para su control.

También debe haber una persona en la máquina de tiro para controlar la tensión y prevenir de cualquier sobre tensión.

A lo largo del recorrido, y sobre todo en los puntos conflictivos (curvas cerradas, subidas, etc.) debe haber personal para controlar que el cable no se sale de los rodillos y que no existen problemas en las curvas.

Además, es esencial que haya una buena comunicación y que sea instantánea y permanente entre estas personas para que se puedan avisar en caso de imprevistos (tensiones excesivas, salidas del cable de los rodillos, obstáculos a salvar, etc.), Para ello se utilizarán los medios adecuados de comunicación (radios u otros sistemas autónomos de comunicación).

-Antes de iniciar el tendido deberán limpiarse las tubulares mediante un mandril.

En las entradas y salidas a las tubulares hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar rozamientos y daños, para ello deberán utilizar conos y rodillos para entrar el cable por el centro del tubo.

### **5.2.3 Perforación subterránea dirigida.**

La empresa subcontratada decidirá el sistema mejor estudiando el tipo de terreno y la longitud de perforación.

Deberá añadir al plan de seguridad elaborado por el contratista principal el suyo propio, con la evaluación de riesgos y as medidas preventivas a adoptar.

## **5.3 Relativos a la maquinaria y herramientas**

### **5.3.1 Maquinaria de movimiento de tierras en general**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina).
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o

lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

#### **Factor humano**

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrolitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.

Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:

- Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
- No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
- Previo al comienzo de la jornada:
  - Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
  - Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión.
  - Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
  - Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
  - Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

Durante el desarrollo de la jornada:

- No subir o bajar del vehículo en marcha.
- No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.

- Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
- Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudarán los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
- Si por cualquier circunstancia se debe abandonar la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado.
- Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras, así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.

Al final de la jornada:

- Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
- Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.

#### **Factor mecánico**

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

#### **Factor trabajo**

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y

se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.

- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entre máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

### **Factor terreno**

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

### **5.3.2 Retroexcavadora**

#### **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando

casi el suelo.

- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

### **5.3.3 Grúa autopropulsada**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

---

## Medidas preventivas

### **Formación y condiciones del operador**

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

### **Comprobaciones previas (precauciones)**

La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.

Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

### **Emplazamiento**

- Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
  - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

### **Estabilidad**

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del **Responsable de la Obra** que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medidas de refuerzo y entibación que fuesen precisas.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

### **Estabilizadores (apoyos telescópicos)**

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tabloncillos o traviesas de reparto.

- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

### **Peso de la carga**

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

### **Medios de protección**

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

### **Choque contra objetos**

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

### **Precauciones durante el izado**

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.

- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

### **Condiciones sobre la carga izada**

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplantadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

### **Señalista**

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

### **Distancias de seguridad**

- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima $D_{prox-2}$ (m)
< 66	3
$66 < V_n < 220$	5
$V_n > 220$	7

- Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, **guardando las distancias de seguridad**, se lo comunicará al *Responsable de los Trabajos* quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

#### **Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea**

- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.

- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:

- **Comprobando que no existen cables de la línea caídos** en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- **Descenderá de un salto**, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

#### **5.3.4 Camión grúa**

##### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

### **Medidas preventivas**

#### **Formación y condiciones del operador**

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

#### **Comprobaciones previas (precauciones)**

- El camión grúa que se utilice será adecuado, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
  - Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
  - Previamente al inicio de las tareas de carga se colocarán calzos en todas las ruedas para evitar deslizamientos.
  - Antes de la utilización del camión grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
  - Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

#### **Emplazamiento**

- Antes de la colocación del camión grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
  - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.

- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

### **Estabilidad**

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

### **Estabilizadores (apoyos telescópicos)**

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.

- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.

- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.

- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:

- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).

- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.

- No desplazar la carga por encima del personal.

- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

### **Peso de la carga**

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.

- No se superará, en ningún caso, la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga.

### **Medios de protección**

- Se comprobará que todos los ganchos están provistos de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.

- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

---

### **Choque contra objetos**

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

### **Precauciones durante el izado**

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.
- No se permitirá el transporte de personas colgadas del gancho de la grúa ni encaramados en la carga transportada por la misma.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

### **Condiciones sobre la carga izada**

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa. Obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

### **Señalista**

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), el cual deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

### Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

### Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.
- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
  - Permanecerá en la cabina y maniobrá haciendo que cese el contacto.
  - Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
  - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, **permanecerá en la cabina** indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
  - **Comprobando que no existen cables de la línea caídos** en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
  - **Descenderá de un salto**, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

### 5.3.5 Camión hormigonera

#### Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

### **Vuelco de la máquina**

- Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

### **Operación de vertido**

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

### **Atrapamientos**

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.

- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

#### **Mantenimiento**

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

#### **Riesgo eléctrico**

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

### **5.3.6 Camión basculante**

#### **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".

#### **Formación**

- El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

#### **Carga de la caja**

- Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.
- Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
- Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

#### **Actuaciones seguras**

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado

con topes.

- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introduzca en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

#### **Vuelco de la maquinaria**

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

#### **Contacto eléctrico**

- Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

#### **Mantenimiento**

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

### **5.3.7 Dúmpers o autovolquetes**

#### **Medidas preventivas**

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.

- En ningún caso se llenará el cubilote hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- A la circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto. La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

### 5.3.8 Cabestrantes

#### Riesgos más frecuentes:

- Vuelco.
- Atrapamiento de extremidades con partes móviles.
- Quemaduras.

#### Normas básicas de seguridad:

- Situar el cabrestante correctamente buscando una buena salida de los cables y respetando la distancia horizontal entre la máquina y el apoyo, que debe ser mayor a dos veces la altura de este.
- Nivelar correctamente la máquina y bajar las patas traseras y delanteras hasta la suspensión de la misma. El anclaje de la máquina se realizará con estobos sujetos a los ojales posteriores de esta.
- La máquina se conectará a un electrodo de puesta a tierra.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- Mientras la máquina está en marcha, queda prohibido tocar las partes móviles de esta, y se evitará acercarse a ella con ropas anchas o sueltas.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de protección.

Protecciones colectivas:

- Toma de tierra.

**5.3.9 Máquina de compresión**

Riesgos más frecuentes:

- Atrapamiento de extremidades
- Proyección de objetos.
- Golpes.

Normas básicas de seguridad:

- No superar nunca los valores especificados de presión o fuerza del equipo.
- La presión hidráulica no se aplicará a través de mangueras retorcidas.
- La bomba no se arrancará a no ser que la válvula esté en posición neutra.
- Se proporcionará apoyo firme a la bomba y cabeza de la prensa.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.
- No tocar la cabeza de la prensa mientras esté operando.
- Asegurar que se ha cerrado convenientemente la cabeza antes de comenzar la compresión.
- No transportar el equipo sosteniéndolo por las mangueras.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de trabajo.

### 5.3.10 Compresor

#### Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

#### Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

#### Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.
- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.

- 
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcacas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

### **5.3.11 Martillo neumático**

#### **Riesgos**

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperatura ambiental extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

### **Medidas preventivas**

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periodicidad el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de cinturones de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

### **5.3.12 Grupos electrógenos**

#### **Riesgos**

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

#### **Medidas preventivas**

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,...) estarán cubiertos con resguardos fijos o

móviles.

- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20:
  - Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

### 5.3.13 Equipo de soldadura oxiacetilénica y oxicorte

#### Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos (en manipulación de botellas).
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Incendio y/o explosión (durante los procesos de encendido y apagado, por uso incorrecto del soplete, por montaje incorrecto o encontrarse en mal estado, por retorno de llama, por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de gases).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

### **Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

### **Medidas preventivas**

#### **Normas generales**

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recintos que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos y manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explotar; cuando se detecta esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

#### **Uso de equipos de protección**

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger

para evitar que las chispas lo puedan quemar.

- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

-

### **Normas de utilización de botellas**

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben utilizarse y devolverse al proveedor.

- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.

- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.

- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en sentidos opuestas.

- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.

- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.

- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.

- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.

- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando con la mayor brevedad.

- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto, después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.

- Abrir el grifo de la botella lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.

- Las botellas no deben comunicarse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobre presión en su interior.

- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.

- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.

- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso él desmontarlos.

- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.

- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelas.

### **Mangueras**

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando, por ejemplo, agua jabonosa. Nunca se utilizará una llama para efectuar la comprobación.
- No se deberá trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufridos daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

### **Soplete**

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
- Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno de  $\frac{3}{4}$  de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula de acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben realizar técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

### **Retorno de llama**

- En caso de retorno de llama se deben seguir los siguientes pasos:
  - a) Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
  - b) Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

### **Exposición a radiaciones**

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
  - Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura oxiacetilénica pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuados al tipo de radiaciones emitidas.
  - Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
  - Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
  - Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

### **Exposición a humos y gases**

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

### **Mantenimiento**

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

### 5.3.14 Equipo de soldadura eléctrica

#### Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
  - Contactos eléctricos.
  - Explosiones.
  - Incendios.
  - Proyecciones de fragmentos o partículas.
  - Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
  - Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

#### Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

#### Medidas preventivas

##### **Riesgo eléctrico**

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.

- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

### **Uso de equipos de protección**

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

### **Incendios y explosiones**

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

### **Exposición a radiaciones**

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuados al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

### **Exposición a humos y gases**

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.

- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.

- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

### **Mantenimiento**

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

#### **5.3.15 Radial**

##### **Riesgos**

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

##### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

##### **Medidas preventivas**

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo "hombre muerto".
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

##### **Revisiones previas**

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables,

enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. repare o notifique los daños observados.

- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

### **Cambio del disco**

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio ("ring"), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.

### **Equipo de protección individual**

- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

### **Desconexión**

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

## **5.3.16 Taladro**

### **Riesgos**

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.

- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

#### **Equipos de Protección Individual**

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.

#### **Medidas preventivas**

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

#### **Riesgo eléctrico**

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

#### **Uso de Equipo de Protección Individual**

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

### **5.3.17 Maquinas herramientas en general**

#### **Riesgos**

- Cortes.
- Quemaduras.

- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

### **Medidas preventivas**

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por 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.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda: "no conectar, equipo (o máquina) averiado", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de "máquina averiada", "máquina fuera de servicio", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica. Aquella máquina que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del **Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa)**, será rechazado.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el 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 obra.

- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustibles y similares), estarán protegidos mediante carcassas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo o corte del circuito de presión.

### **5.3.18 Herramientas manuales**

#### **Riesgos**

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

#### **Medidas preventivas generales**

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

### **Características generales que se deben cumplir**

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

### **Instrucciones generales para su manejo**

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

### **Medidas preventivas específicas**

#### ***Cinceles y punzones***

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.

- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

### **Martillos**

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

### **Alicates**

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

### **Destornilladores**

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

### **Limas**

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

### **Llaves**

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillar, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

## **5.4 Relativos al entorno**

Como riesgos destacables en los trabajos relativos al entorno, pueden indicarse los siguientes:

- Orografía del terreno.
- Cruzamientos con líneas eléctricas existentes.
- Cruzamientos con carreteras.

Las medidas de prevención relativas a los cruzamientos, quedan definidas en el apartado 5.1. Referente al análisis de riesgos y medidas preventivas durante el proceso constructivo. Si durante la ejecución de estos cruzamientos es necesaria la adopción de medidas de seguridad especiales, se deben desarrollar en el plan de seguridad y salud que desarrolle el contratista.

Respecto a los riesgos debidos a la orografía del terreno, se establece la necesidad de que los trabajadores nunca se encuentren solos en la ejecución de los trabajos, así como que dispongan de algún medio de comunicación efectivo para pedir auxilio en los casos necesarios. Por cada grupo de trabajo existirá una persona con formación en primeros auxilios.

## 6. PLIEGO DE CONDICIONES

### 6.1 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

#### 6.1.1 Ordenación de la acción preventiva

##### 6.1.1.1 Criterios de selección de las medidas preventivas

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

Identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, con indicación de las medidas preventivas. Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.

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 selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud. (Ergonomía)

Tener en cuenta la evolución de la técnica.

Sustituir lo peligroso por lo que entraña 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, formación e información.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

##### 6.1.1.2 Planificación y organización

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

La empresa constructora deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de Seguridad y Salud laboral, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves

### **6.1.1.3 Coordinación de actividades empresariales**

Se adoptarán las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre Seguridad y Salud laboral en el trabajo.

Se vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

Se vigilará que los trabajadores autónomos cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

## **6.1.2 Organigrama funcional**

### **6.1.2.1 Servicios de Prevención**

En los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrán de servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos. El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por el contratista directamente.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.

Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores. Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia. La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.

Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las

actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra, todo ello al amparo de dispuesto por el R.D. 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

#### **6.1.2.2 Los representantes de los trabajadores**

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre Seguridad y Salud laboral en el Trabajo, de acuerdo con el anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista deberá proporcionar a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de "sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia. Dicha formación se reitera con la periodicidad necesaria.

#### **6.1.2.3 Comité de Seguridad y Salud**

Se constituirá obligatoriamente un Comité de Seguridad y Salud cuando la obra cuente con más de 50 trabajadores. Estará compuesto por los representantes de los trabajadores y por el contratista o sus representantes, en igual número. Su organización, funciones, competencias y facultades serán las determinadas legalmente.

#### **6.1.2.4 Coordinador de Seguridad y salud Laboral, técnicos y mandos intermedios**

El contratista deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud laboral y será su representante e interlocutor ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, en el supuesto de no ejercitar por si mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, el contratista habrá de dar conocimiento al Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

La persona asignada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditar tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El coordinador de la seguridad deberá ejercer sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, el contratista deberá determinar, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma.

#### **6.1.2.5 Coordinación de los distintos órganos especializados**

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra, deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, de modo que se consiga una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso y se posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la Seguridad y Salud laboral del conjunto de la obra.

El contratista de la obra o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Estudio de Seguridad y Salud cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El contratista principal organizará la coordinación y cooperación en materia de seguridad y salud que propicien actuaciones conjuntas sin interferencias, mediante un intercambio constante de información sobre las acciones previstas o en ejecución y cuantas reuniones sean necesarias para contraste de pronunciamientos y puesta en común de las actuaciones a emprender.

### **6.1.3 Normas generales de seguimiento y control**

#### **6.1.3.1 Toma de decisiones**

Con independencia de que por parte del contratista, su representante, los representantes legales de los trabajadores o Autoridad Laboral se pueda llevar a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el Estudio de Seguridad y Salud, la toma de decisiones en relación con el mismo corresponderá al responsable de la prevención, salvo que se trate de casos en que hayan de adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión deberá tomarse por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del responsable de la Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

#### **6.1.3.2 Evaluación continua de los riesgos**

Por parte del contratista principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado, antes de reiniciar los trabajos afectados.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el contratista deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

### **6.1.3.3 Controles periódicos**

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaren indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el contratista deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el contratista deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias.

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplen la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

El personal directivo de la empresa principal, delegado o representante del contratista, técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra deben cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud laboral y las normas o disposiciones vigentes sobre la materia.

### **6.1.3.4 Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras**

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se aprecie por el contratista la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable de la Seguridad y Salud laboral su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el responsable de la Seguridad y Salud laboral observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud laboral y requiriese la adopción de las medidas correctoras que procedan, vendrá obligado su ejecución en el plazo que se fije para ello. A la empresa constructora, no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad, la responsabilidad "in vigilando", de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

#### **6.1.3.5 Paralización de los trabajos**

Cuando se observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, se dispondrá la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados.

Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello deberá informarse, por parte del contratista principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

#### **6.1.3.6 Registro y comunicación de datos e incidencias**

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud laboral. Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los Organismos de la Administración autónoma, por la Inspección de Trabajo, por miembros del Comité de Seguridad y Salud laboral y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el contratista principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la Inspección de Trabajo de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al Comité de Salud y Seguridad y al representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la Seguridad y salud laboral que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral

Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del contratista, y a ellos deberán tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

#### **6.1.3.7 Colaboración con el responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud laboral**

El contratista deberá proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral cuantos medios sean precisos para que pueda llevar a cabo su labor de inspección y vigilancia.

El contratista se encargará de coordinar las diversas actuaciones de seguimiento y control que se lleven a cabo por los distintos órganos facultados para ello, de manera que no se produzcan interferencias y contradicciones en la acción preventiva y deberá, igualmente, establecer los mecanismos que faciliten la colaboración e interconexión entre los órganos referidos.

El contratista habrá de posibilitar que el responsable del seguimiento y control del Plan pueda seguir el desarrollo de las inspecciones e investigaciones que lleven a cabo los órganos competentes.

Del resultado de las visitas a obra del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se dará cuenta por parte del contratista principal a los representantes de los trabajadores.

#### **6.1.4 Reuniones de seguimiento y control interno**

Las reuniones de seguimiento y control interno de la Seguridad y Salud laboral de la obra tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como propiciar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la Seguridad y Salud laboral de la obra.

En las reuniones del Comité de S. y S., participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa. Pueden participar en las mismas condiciones, trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones a debatir en dicho órgano, o técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones del Comité.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueren, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o las que se estimen convenientes por quienes estén facultados para ello.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente o por los Convenios Colectivos Provinciales, las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, en la que se recojan las deliberaciones y acuerdos adoptados. El contratista o su representante vienen obligados a proporcionar al

responsable de Seguridad y Salud laboral cuanta información o documentación le sea solicitada por el mismo sobre las cuestiones debatidas.

Se llevará, asimismo, un libro de actas y se redactará una memoria de actividades, y en casos graves y especiales de accidentes, o enfermedades profesionales se emitirá un informe completo con el resultado de las investigaciones realizadas y la documentación se pondrá a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el contratista principal deberá promover además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes.

## **6.2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

### **6.2.1 Acciones formativas**

#### **6.2.1.1 Normas generales**

Como mínimo los Delegados de Prevención y sucesivamente todo el personal recibirá formación de acuerdo con el Anexo IV del R.D. 39/97

El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

#### **6.2.1.2 Contenido de las acciones de formación**

- A) A nivel de mandos intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:
- Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra.
  - Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.
  - Normativa sobre Seguridad y Salud laboral. Factores técnicos y humanos.
  - Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo. Protecciones colectivas e individuales.
  - Salud laboral.

- Socorrismo y primeros auxilios.
  - Organización de la Seguridad y Salud laboral de la obra. Responsabilidades.
  - Obligaciones y derechos de los trabajadores.
- B) A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:
- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de Seguridad y Salud laboral Causas y consecuencias de los accidentes.
  - Normas de Seguridad y Salud laboral (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc).
  - Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
  - Socorrismo y primeros auxilios.
  - Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
  - Salud laboral.
  - Obligaciones y derechos.
- C) A nivel de representantes de los trabajadores en materia de SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:
- Investigación de los accidentes y partes de accidentes. Estadística de la siniestralidad.
  - Inspecciones de seguridad.
  - Legislación sobre Seguridad y Salud laboral. Responsabilidades.
  - Coordinación con otros órganos especializados.

### **6.2.1.3 Organización de la acción formativa**

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de Seguridad y Salud laboral contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de Seguridad y Salud laboral sean los más aconsejables en cada caso.

En el Plan de Seguridad y Salud laboral que haya de presentar el contratista se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado en el presente Pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada: número, duración por cada sesión, períodos de impetración, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

### **6.2.2 Instrucciones generales y específicas**

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se

produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El contratista habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento y otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el contratista o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

### **6.2.3 Información y divulgación**

El contratista o sus representantes en la obra deberán informar a los trabajadores de:

Los resultados de las valoraciones y controles del medio-ambiente laboral correspondientes a sus puestos de trabajo, así como los datos relativos a su estado de salud en relación con los riesgos a los que puedan encontrarse expuesto.

Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o deban adoptarse por el contratista, en su caso, especialmente aquéllas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las referidas a riesgo grave e inminente.

La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o que deban adoptarse en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.

Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.

El derecho que tienen a paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud y no se hubiesen podido poner en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.

Las informaciones anteriormente mencionadas deberán ser proporcionadas personalmente al trabajador, dentro del horario laboral o fuera del mismo, considerándose en ambos casos como tiempo de trabajo el empleado para tal comunicación.

Asimismo, habrá de proporcionarse información a los trabajadores, por el contratista o sus representantes en la obra, sobre:

Obligaciones y derechos del contratista y de los trabajadores.

Funciones y facultades de los Servicios de Prevención, Comités de Salud y Seguridad y delegados de Prevención. Servicios médicos y de asistencia sanitaria con indicación del nombre y ubicación del centro asistencial al que acudir en caso de accidente.

Organigrama funcional del personal de Seguridad y Salud laboral de la empresa adscrita a la obra y de los órganos de prevención que inciden en la misma.

Datos sobre el seguimiento de la siniestralidad y sobre las actuaciones preventivas que se llevan a cabo en la obra por la empresa.

Estudios, investigaciones y estadísticas sobre la salud de los trabajadores.

Toda la información referida se le suministrará por escrito a los trabajadores o, en su defecto, se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, como oficina de obra, vestuarios o comedores, en cuyo caso habrá de darse conocimiento de ello.

El contratista deberá disponer en la oficina de obra de un ejemplar del Plan de Seguridad y Salud laboral aprobado y de las normas y disposiciones vigentes que incidan en la obra.

En la oficina de obra se contará, también, con un ejemplar del Plan y de las normas señaladas, para ponerlos a disposición de cuantas personas o instituciones hayan de intervenir, reglamentariamente, en relación con ellos.

El contratista o sus representantes deberán proporcionar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud laboral toda la información documental relativa a las distintas incidencias que puedan producirse en relación con dicho Plan y con las condiciones de trabajo de la obra.

El contratista deberá colocar en lugares visibles de la obra rótulos o carteles anunciadores, con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Deberá exponer, asimismo, los que le sean proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.

El contratista deberá publicar mediante cartel indicado, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la Seguridad y Salud laboral de la obra y de los distintos órganos especializados en materia de prevención de riesgos que incidan en la misma, con expresión del nombre, razón jurídica, categoría a cualificación, localización y funciones de cada componente de los

mismos. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en el seno de dichos órganos.

#### **6.2.4 Atribuciones Generales de Seguridad del personal facultativo de obra**

Independiente de las atribuciones, obligaciones y responsabilidades que el R.D.1426/97 establece para los Responsables de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra y durante la elaboración del proyecto, las cuales vienen definidas en el mismo.

La empresa constructora en su estructura de gestión empresarial tiene fijado para todos sus Centros de Trabajo, el sistema de "Seguridad Integrada", es decir considera que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Pérdidas y el Control de la Calidad Total, son tareas directivas a realizar por las diferentes "Líneas de Mando" habituales en la misma y que incluyen desde la Alta Dirección hasta Jefes de Equipo, Capataces así como los Responsables Técnicos a pie de obra de las empresas subcontratadas, siendo todos ellos, y a su nivel, Supervisores de Seguridad. Por principio, el Supervisor es responsable de cuantas actividades se desarrollen en su área de competencia, incluyendo naturalmente, la seguridad de las personas e instalaciones a su cargo.

A la hora de establecer prioridades, la Prevención de Accidentes ocupa el mismo nivel de importancia que la Producción, la Calidad y los Costos.

A continuación van descritas las más relevantes funciones de tipo general, entre las que destacan:

1. Encargados de que todos los que participan en una operación bajo su mando reciben el entrenamiento adecuado para la realización de los trabajos a ellos encomendados con un grado aceptable de aseguramiento de la calidad y del control de los riesgos para las personas y las cosas.
2. Encargados de que los Planes de Seguridad que afecten a su área de trabajo estén actualizados, a disposición de los ejecutantes y que sea exigido su cumplimiento.
3. Encargados de que exista la información suficiente sobre los riesgos de exposición a los productos, medios auxiliares, máquinas y herramientas utilizadas en su área de responsabilidad. Si no existiese, deberá solicitarla al suministrador o departamento competente para facilitarla, y en última instancia, al Director o Responsable de su Centro de Trabajo.
4. Encargados de que en su área se cumpla con el programa de Seguridad, previamente establecido.
5. Encargados de que exista en su área de responsabilidad y se realice prácticamente un programa rutinario de comprobación del entorno laboral, los medios, aparatos y dispositivos que existan en relación con la Prevención. En particular:

Prendas y Equipos de Protección Individual, su estado y mínimos de utilización. Sistemas de Protección Colectiva y su eficacia preventiva.

Equipos de detección de riesgos higiénicos y comprobación del medio ambiente de trabajo.

Estado de limpieza y salubridad de las instalaciones de implantación provisional a utilizar por el personal de obra. Estado y funcionamiento de los recipientes de gases a presión, retimbrado de los mismos y válvulas de seguridad. Mangueras y juntas de expansión.

Maquinaria, máquinas herramientas, instrumentos críticos, medios auxiliares, aparatos de elevación, herramientas y en general todos aquellos sistemas o equipos que se consideren problemáticos o peligrosos en condiciones normales de trabajo.

Condiciones climatológicas adversas.

Almacenamiento de productos tóxicos, contaminantes y/o peligrosos. Etc.

1. Encargados de efectuar las revisiones de Seguridad del área a su cargo, en relación con las distintas operaciones que allí se realicen. En el caso de que su realización se salga fuera de su competencia, solicitarla de los correspondientes Servicios o Especialistas, propios o concertados.
2. Encargados de informar, mediante reuniones de seguridad, charlas de tajo u otros medios, siempre que ocurra un accidente o incidente potencialmente importantes en su área de responsabilidad, para su estudio y análisis o cuando lo crea oportuno para la motivación o la formación en Prevención.
3. Encargados de solicitar a su superior jerárquico y cumplir las revisiones de seguridad de nuevas instalaciones, así como sugerir mejoras para la modificación de las existentes.
4. Encargados asimismo de garantizar la clasificación de los riesgos y la prelación de los distintos niveles preventivos en la utilización de todos los productos y energías incluidos en los procesos de trabajo desarrollados en su área.
5. Encargados de preparar los trabajos e instalaciones para realizar las tareas de Mantenimiento Preventivo, proporcionando a los ejecutantes la información y los medios necesarios para su realización con seguridad.
6. Encargados de cumplir y hacer cumplir la reglamentación vigente en materia de seguridad, las Normas Internas de Seguridad de su propia empresa y las contenidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud, tanto en lo que respecta al personal propio como al subcontratado.
7. Encargados de notificar jerárquicamente a su Dirección la producción de cualquier incidente o accidente que ocurra en sus instalaciones e iniciar la investigación técnica del mismo, así como el establecimiento de medidas preventivas, con independencia de que se hayan producido o no daños.
8. Realización de la parte que les corresponda de las tareas y actividades señaladas en el estudio de seguridad y salud y controles administrativos. En aras del perfeccionamiento y simplificación de los mismos, aportará las sugerencias de mejora y simplificación que estime necesarios, a sus superiores jerárquicos.
9. Establecer un programa básico de Mantenimiento preventivo de las instalaciones, utillaje, máquinas, herramientas y equipos de protección individual y colectivos correspondientes a su área de responsabilidad.

## **6.2.5 Funciones Específicas de Seguridad**

### **6.2.5.1 Dirección de obra**

La empresa constructora y Responsables Técnicos de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen la máxima responsabilidad en materia de Producción y Condiciones de Trabajo, en función de sus atribuciones sobre la "Línea Ejecutiva".
2. Asignan responsabilidad y autoridad delegada a los Mandos en materia de prevención de accidentes y control de aseguramiento de la calidad del personal y actividades sometidos a su jurisdicción.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de Seguridad atendiendo las sugerencias de los especialistas, propios o externos, asesores de seguridad, así como a los restantes órganos ejecutivos de la Empresa competentes en la mejora de las Condiciones de Trabajo.
4. Promulgan las políticas en materia de prevención de la siniestralidad y mejora de las condiciones de trabajo en la empresa, y las hace cumplir.
5. Dentro de sus respectivas competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar las políticas de mejora de las condiciones de trabajo.
6. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención, adecuado para cualificar a los Técnicos y Cuadros de Mando bajo su jurisdicción.
7. Aprueban, a iniciativa propia o propuesta del Comité de Seguridad e Higiene, la concesión de premios o sanciones de los Cuadros de Mando que dependan jerárquicamente de él, y que a su juicio sean acreedores a las mismas, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

### **6.2.5.2 Jefes y Técnicos de obra**

Los responsables Técnicos de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Tienen responsabilidad y autoridad delegada en materia de Producción y Condiciones de trabajo en función de sus competencias sobre el personal de la "Línea Productiva" sometido a su jurisdicción, y de las Empresas de Subcontrata que estén a su mando.
2. Asignan responsabilidades y autoridad delegada en materia de prevención de accidentes a los Cuadros de Mando y Técnicos, del personal a su cargo, tanto propios como subcontratado.
3. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad, según lo

recomendado por la Dirección de la empresa, Dirección Facultativa de la Obra y Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo (propia y de las empresas subcontratadas).

4. Supervisan y colaboran en el análisis y propuestas de solución de la investigación técnica de los accidentes ocurridos en la obra (tanto del personal propio como subcontratado), mediante la cumplimentación del documento establecido al efecto, adoptando de inmediato las medidas correctoras que estén a su alcance.
5. Divulgan la política general de la empresa en materia de seguridad y medicina preventiva, dentro de su jurisdicción, y velan por su cumplimiento, así como de mantener unos niveles altos en la relación productividad y condiciones de trabajo.
6. Dentro de sus competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar la política de prevención en las obras a su cargo.
7. Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención adecuado para cualificar a los Técnicos, Cuadros de Mando y Personal de Producción, dentro de su jurisdicción.
8. Presiden el órgano colegiado de seguridad que en función del volumen e importancia de la obra, se considere oportuno establecer (p.e. Comisión General de Seguridad e Higiene de Empresas de Contrata, Comisión de Seguridad e Higiene de Subcontratistas, Círculos de Seguridad o Comité de Seguridad e Higiene). En obras de menor volumen despachará regularmente con el o los Delegados de Prevención.
9. Controlan el cumplimiento y materialización de los compromisos adquiridos en el E.B.S.S. de aquellas obras que lo tengan establecido por ley.
10. Proponen a sus superiores jerárquicos y/o al Comité de S. e H. los nombres y circunstancias del personal a su mando, que a su juicio sean acreedores de premio o sanciones graves o muy graves, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.
11. Exigirán a las empresas contratadas o subcontratadas el cumplimiento riguroso de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

#### **6.2.5.3 Mandos Intermedios**

Los mandos intermedios, Encargados, Capataces, Jefes de Equipo o de Brigada y Técnicos Especialistas a pie de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

1. Son responsables de la seguridad y condiciones de trabajo de su grupo de trabajadores.
2. Son responsables de la seguridad del lugar de trabajo, orden y limpieza, iluminación, ventilación, manipulación y acopio de materiales, recepción, utilización y mantenimiento de equipos.
3. Cuidarán de que se cumplan las normas relativas al empleo de prendas y equipos protectores.

4. Son responsables de que se presten con rapidez los primeros auxilios a los lesionados.
5. Deben informar a su Mando Superior e investigar técnicamente todos los accidentes producidos en su área de responsabilidad, analizando las causas y proponiendo soluciones, mediante el documento establecido al efecto en el presente E.S.S. "Informe Técnico de Investigación de Accidente" (ITIA).
6. Facilitarán gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizados para todo el personal de la empresa constructora. Entra dentro de sus competencias, asegurarse el acopio suficiente y suministro de éstos materiales, así como el control documental de su entrega y seguimiento de su correcta utilización. Los operarios de empresas subcontratadas que incumplan con el compromiso de su empleador respecto a la correcta utilización de Equipos de Protección Individual y Sistemas de Protección Colectiva, para la realización de sus trabajos, fijados en las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora, verán subsanadas por parte de la misma, las situaciones de riesgo voluntariamente asumidas, imputando íntegramente la repercusión de su coste en la certificación a abonar al subcontratista del cual dependa.
7. Mantendrá reuniones informales de seguridad con sus productores y responsables de las empresas subcontratadas, tratando también de los temas de seguridad con los trabajadores por separado.
8. Fomentarán y estimularán los cometidos de los Delegados de Prevención a su cargo.
9. Colaborará con los Representantes legales de los Trabajadores en cuantas sugerencias de carácter preventivo puedan aportar.
10. Cumplirán personalmente y harán cumplir al personal y subcontratistas a sus órdenes la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad de carácter interno de la empresa constructora, así como las específicas para cada Centro de Trabajo fijada por el Estudio de seguridad y Salud y el Plan de seguridad y salud.
11. Tienen responsabilidad y autoridad delegada de la Alta Dirección de su empresa en materia de seguridad en función de sus atribuciones sobre el personal de la Línea Productiva y subcontratistas sometidos a su jurisdicción.
12. Asignan responsabilidades y autoridad delegada al personal de producción cualificado en materia de prevención de accidentes, sobre los trabajadores y subcontratistas que estén a cargo de ellos.
13. Darán a conocer al personal a su cargo y subcontratistas, las directrices de prevención que sucesivamente adopte la Empresa y la Dirección Facultativa de la Obra, velando por su cumplimiento.
14. Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad que afecten a este Centro de Trabajo, según lo recomendado por los órganos de la empresa constructora y de la Dirección Facultativa, competentes en materia de prevención.
15. Dentro de sus competencias autorizarán los gastos necesarios para desarrollar la política en su Centro de Trabajo.
16. Procederán a una acción correctora cuando observen métodos o condiciones de trabajo

inseguras e interesarán a aquellas personas, departamentos, empresas subcontratadas, Dirección Facultativa o Propiedad, según proceda, que por su situación o competencias puedan intervenir en la solución de aquellos problemas que escapen a sus medios y competencias técnicas.

17. Tienen la facultad de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes, siempre que no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos o minimizarlos.
18. Realizarán y supervisarán mensualmente la inspección de seguridad y de mantenimiento preventivo de los diferentes tajos y equipos de la obra a su cargo.
19. Intervendrán con el personal a sus órdenes en la reducción de las consecuencias de siniestros que puedan ocasionar víctimas en el Centro de Trabajo y prestarán a éstos los primeros auxilios que deban serles dispensados. Fomentará y estimulará los cometidos de los Socorristas del Centro de Trabajo a su cargo.
20. Promocionarán y facilitarán el adiestramiento profesional de sus trabajadores, seleccionándolos y controlando se observen las prácticas de trabajo habituales para el correcto desempeño de cada oficio.
21. Dentro de sus posibilidades, promocionarán y facilitarán la formación en materia de prevención del personal a su cargo.
22. Exigirán a las empresas contratadas y Subcontratistas el cumplimiento de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora

#### **6.2.5.4 Representantes legales del Personal de la empresa constructora**

Corresponde a los órganos de representación del Personal y los Representantes Sindicales, de acuerdo con lo dispuesto en el Estatuto de los Trabajadores y la Ley Orgánica de Libertad Sindical, la vigilancia y control de la puesta en práctica de la normativa de aplicación en materia de seguridad, patología laboral y condiciones de trabajo, formulando en su caso, y en su calidad de representantes, las acciones legales oportunas ante la empresa y los órganos de jurisdicción competentes.

Las funciones básicas de los Representantes legales de los Trabajadores en el área de la Prevención de Riesgos en la empresa serán las definidas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **6.2.5.5 Delegados de Prevención**

La empresa constructora y cada una de las empresas contratadas, con más de 5 trabajadores a pie de obra, tendrá nombrado un Delegado de Prevención.

Su cualificación técnica estará avalada por documento expedido por el Servicio de Seguridad de su Mutua de Accidentes de Trabajo, con antelación a su nombramiento definitivo, que deberá estar acreditado ante la Inspección Provincial de Trabajo.

Sus funciones como Delegados de Prevención, serán compatibles con las que normalmente preste en la Línea Productiva el trabajador designado al efecto y tendrán las competencias legales que dicta la citada Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **6.2.5.6 Trabajadores**

1. Los trabajadores de la empresa constructora, de las empresas subcontratadas y los trabajadores autónomos, realizarán su actividad de conformidad con las prácticas de seguridad establecidas en el presente Estudio de Seguridad y Salud. y aceptadas en la especialidad que desarrolle.
2. Deben dar cuenta a su Encargado de las condiciones, averías o prácticas inseguras apreciadas en equipos, personal propio o ajeno que puedan implicar directamente a la empresa constructora o a terceros en las inmediaciones de la obra.
3. Hacer sugerencias de mejora de las medidas de prevención y protección a los mandos responsables de su materialización.
4. Usar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI), homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizado en la obra, cuidando de su perfecto estado y conservación.
5. Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.
6. Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestas para sus compañeros.
7. Comprometerse a no introducir bebidas u otras sustancias no autorizadas en los Centros de Trabajo, no presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.
8. Recibir las enseñanzas sobre prevención de accidentes y sobre extinción de incendios, salvamento y socorrismo en los Centros de Trabajo que les sean facilitados por la empresa, Mutua Patronal o por las instituciones competentes de la Administración.
9. Proponer a su Mando Inmediato superior la demora o sustitución de la realización de trabajos que impliquen riesgo de accidentes o enfermedad profesional en el caso de que no se disponga de los medios adecuados para llevarlas a cabo con las suficientes garantías para su integridad física o la de sus compañeros.
10. Pedir asesoramiento suficiente a su Mando Inmediato superior sobre la realización de aquellas tareas que no comprenda o no se sienta capacitado para llevarlas a término en condiciones de seguridad.
11. Si el trabajador conociese la existencia de posibles incompatibilidades entre sus características personales y las condiciones de determinados puestos de trabajo a los que pudiera ser destinado, deberá poner tal hecho en
12. conocimiento del empresario. La omisión de esta comunicación tendrá la consideración de transgresión de la buena fe contractual.
13. Cumplirá personalmente la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad internas de la Empresa y de la Dirección Facultativa de la obra donde presta sus

servicios.

14. Cooperará en la extinción de incendios y en el salvamento de las víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones que, en cada caso, sean racionalmente exigibles.

#### **6.2.5.7 Funciones del "Encargado General"**

En cualquier fase el Encargado General deberá realizar la formación específica de su personal, haciendo especial hincapié en su disciplinada integración a los usos y costumbres preventivos del sector de la construcción.

Velará por todos los medios que sus hombres estén en todo momento bajo la cobertura de protecciones de carácter colectivo; cuando esto no fuera posible por las especiales circunstancias del tajo o escasa duración de los trabajos con exposición a riesgo, obligará al empleo de la totalidad de los equipos de protección individual (EPI) recomendados para minimizar las consecuencias de los previsible incidentes y/o accidentes.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas a utilizar por su personal se haga conforme a la normativa técnica del fabricante y reglamentación legal vigente. Velará constantemente por el estado reglamentario y de estabilidad de utilización de andamios, plataformas de trabajo y plataformas de apoyo y accesos. En su calidad de "Jefe de Maniobra" vigilará constantemente la forma de elevación del material

#### **6.2.5.8 Funciones del "Jefe de Maniobra"**

Es el responsable de la coordinación de un equipo compuesto por el "Señalista" y el "Estrobador" durante las operaciones de preparación de equipos, materiales, apilado, eslingado, aplomo, ajuste, embridado, deslingado, descarga, acopio y posicionado de los mismos.

Dará las instrucciones y comprobará personalmente las condiciones de utilización o rechazo de:

Accesorios, suplementos, trabazón, monolitismo de los materiales, para su transporte y sistemas de elevación y manutención mecánica.

Balizado y señalización de zonas de acopio de los materiales y zonas de paso elevado durante la trayectoria de las maniobras.

Estado de las cuerdas de retenida, eslingas planas (de banda textil de fibra), de cable o cadenas, ganchos y sus cierres de seguridad, anclajes de los equipos, conexionado de los elementos hidráulicos, estado de los cables y condiciones de utilización de sus distintos elementos como sistema de trabajo.

Conjuntamente con el "Gruista", comprobará la zona de partida de la maniobra, la zona intermedia a seguir por la trayectoria de la misma y la zona de destino final, cerciorándose de:

Que el piso esté plano y su superficie resista la carga a acopiar y las dinámicas de trabajo de la propia máquina. Que en las máquinas accionadas por cable, en la posición nominal más baja del bloque diferencial queden aún dos vueltas de cable en el enrollamiento del tambor de elevación.

Que en las máquinas hidráulicas las articulaciones no tengan holguras y los bombines, manguitos y émbolos transmitan la presión correcta sin descompresiones por pérdidas o fugas.

Que la trayectoria de la maniobra no pueda dañar conducciones, instalaciones, equipos ni personas. Que los medios auxiliares los equipos y accesorios sean los adecuados a la maniobra a realizar.

El "Jefe de Maniobra" indica al "Señalista" de viva voz (sin gesto ni ademán alguno que pueda ser mal interpretado por el "Gruista"), el momento en que puede iniciarse la maniobra, su destino y eventualmente, el itinerario y precauciones especiales a adoptar.

Si el "Jefe de Maniobra" realiza conjuntamente otras funciones como las de "Señalista" o las correspondientes al "Estrobador", debe prestar especial atención en que las señales que pueda hacer con las manos a sus ayudantes no puedan nunca ser confundidas con los ademanes dirigidos al "Gruista"

#### **6.2.5.9 Funciones del "Señalista"**

El "Señalista" es un auxiliar de "Jefe de Maniobra" de quien recibe las órdenes, cuya misión consiste en dirigir al "Gruista" en cada una de las fases de la maniobra.

El "Señalista" pasa a ser el "Jefe del Gruista", desde el momento en que hace el ademán normalizado de toma de mando y este ha contestado "entendido".

Desde que se inicia la maniobra, durante su trayectoria, y si tiene jurisdicción en la zona de llegada, el "Señalista" tiene la responsabilidad de las órdenes dadas al "Gruista".

El "Señalista" ha de comunicarse con el "Gruista" mediante señales normalizadas, utilizando ambos brazos.

Salvo en los casos de movimientos lentos de aproximación, el "Señalista" no debe repetir ningún ademán (excepto si el "Gruista" da la señal de repetición).

No es misión del "Señalista" indicar al operador de la grúa cuáles son las palancas o mandos a accionar para efectuar determinado movimiento.

Durante el desplazamiento en la zona de su mando, el "Señalista" guía el movimiento de cargas y elementos articulados, para evitar golpes con obstáculos, ya que el gruista carece de la adecuada referencia de relieve.

El "Señalista" no abandona el mando hasta la llegada al destino final de la maniobra o al límite de su jurisdicción. Antes de dar la orden de bajada, el "señalista" se asegurará de que no hay persona alguna en la zona sobre la que se ha de depositar la carga.

Para el cumplimiento correcto de su función, el "Señalista" se situará en un lugar que le permita: Ser visto perfectamente por el "Gruista".

Ver por su parte, y en las mejores condiciones posibles, todos los sistemas implicados en la maniobra, y poder seguirla con la vista durante su desplazamiento en la zona que tiene asignados.

No encontrarse él mismo amenazado por los desplazamientos de la maniobra, si ésta pasa por las inmediaciones de donde se encuentra situado.

La plataforma de señalización u observatorio situado a más de 2 m de altura, dispondrá de las protecciones colectivas perimetrales reglamentarias, y si esto no es posible, el "Señalista" utilizará cinturón anticaídas a una sirga de afianzamiento que le facilite los desplazamientos horizontales sin dificultad. El suelo estará limpio y libre de obstáculos.

El "Señalista" debe permanecer constantemente a la vista del "Gruista". En los casos necesarios, pedirá al "Jefe de Maniobra" un auxiliar como enlace, para que le informe sobre la situación de determinado punto de acción de la maniobra.

El "Señalista" debe disponer de una indumentaria suficientemente vistosa e identificativa de su misión (P.e. casco y guantes en color fosforito, brazalete, chaleco fotoluminiscente, para de señalista de O.P., etc.).

#### **6.2.5.10 Funciones del "Estrobador"**

El "Estrobador" es un auxiliar del "Jefe de Maniobra", de quien recibe las órdenes, su misión consiste en elegir los medios auxiliares y equipos para asegurar la correcta operatividad de la maniobra y la estabilidad del conjunto durante su trayectoria. Su función puede coincidir con la del "Señalista".

Al comenzar la jornada, comprobará la inexistencia de defectos que descalifiquen la utilización de medios o equipos para la realización de las maniobras previstas.

Procederá a la retirada, etiquetaje e inutilización de los elementos aportados por equipos de trabajo, designados como "fuera de servicio".

Distribuirá los pesos y cargas de forma racional y uniformemente repartida para no castigar los equipos empleados. Se asegurará de que el equipo o medio auxiliar a utilizar, no sobrepase la capacidad de la máquina que tiene que utilizarlo.

Empleará solo señales convenidas para dirigir al "Señalista" y permanecerá donde el "Gruista" o, en su defecto el "Señalista", puedan verle.

No pasará nunca por debajo de cargas suspendidas, ni permitirá que otros lo hagan.

No arrastrará descolgará o dejará caer las eslingas o equipos acoplados, antes bien, apilará y acuñará los elementos de forma que no puedan deslizarse o desequilibrarse.

No permitirá el izado, suspensión, sostenimiento o descenso de ninguna armadura, uña portapalets, cangilón o tolva, por medio de cadena o eslinga de cable metálico que tenga un nudo en cualquier parte sometida a tracción directa, ni tampoco con cadenas acortadas o empalmadas provisionalmente o de forma inadecuada.

Exigirá y comprobará los certificados de control de calidad realizados por los fabricantes respecto a sus equipos, medios auxiliares y accesorios de estrobado.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobado y aparejado de armaduras

irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista.

## 7. **NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, Ley 31/1995, de 8 de Noviembre; BOE de 10 de Noviembre/1995.
- REAL DECRETO 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. BOE nº 60 11/03/2006
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 485/97 BOE 23/04/97).
- REAL DECRETO 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión publicado en el BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs)
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 BOE de 07/07/97.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, BOE de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de Abril BOE de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbales, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de Abril, BOE de 23/04/97.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52) (B.O.E.] 5-6-52). Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-11-59) (B.O.E. 27-11-59).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Aparte de las disposiciones legales citadas, se tendrá en cuenta las normas contenidas en el Reglamento de Régimen Interior de la empresa, así como las que provienen del Comité de Seguridad e

Higiene y en el caso de los Convenios Colectivos y por su interés, el repertorio de recomendaciones prácticas de la O.I.T.

## **8. MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA**

### **8.1 Condiciones generales**

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud laboral y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el Estudio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

### **8.2 Información previa**

Antes de acometer cualquier de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de Seguridad y Salud laboral requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.

Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de Seguridad y Salud laboral de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

### **8.3 Servicios afectados: identificación, localización y señalización**

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él se interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. A tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

### **8.4 Accesos, circulación interior y delimitación de la obra**

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas. Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada adecuadamente.

El ancho mínimo de las puertas exteriores será suficiente para el número de personas que se prevea los utilicen normalmente.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

---

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá ser suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán mayores del 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen. Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra. Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

## **9. MEDIDAS DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

### **9.1 Protecciones colectivas**

#### **9.1.1 Generalidades**

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

#### **Mantenimiento**

Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

#### **9.1.2 Señalización y ordenación de tráfico**

La señalización será visible y sencilla, que con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes. Se emplearán colores, avisos, señales, balizamientos, etc., para facilitar la atención visual.

Se considerará una zona de 5 cm. alrededor de la máquina como zona de peligrosidad.

Cuando trabajen varias máquinas en el mismo tajo, la distancia mínima entre ellas será de 30 m.

Las rampas de acceso serán estables y con el talud adecuado, el borde de la rampa estará reforzado con un retablo que sirve de tope a los camiones en la circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop, limitación de velocidad, pendiente, etc.

### **9.2 Equipos de protección individual (E.P.I.)**

#### **9.2.1 Generalidades**

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

## 9.2.2 Exigencias esenciales de sanidad y seguridad

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los E.P.I. y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán estos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.

Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.

Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas. Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes. Fecha o plazo de caducidad de los E.P.I. o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los E.P.I.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

## **10. SEÑALIZACIONES**

### **10.1 Normas generales**

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc.) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

### **10.2 Personal auxiliar de los maquinistas para señalización**

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

### 10.3 Colocación señalización en obra, viales, delimitación de las excavaciones

- SEÑALIZACIÓN DE ENTRADA A OBRA:
  - o En todos los accesos a las obras desde las carreteras existentes se pondrá el siguiente cartel:



- SEÑALIZACIÓN EN CARRETERAS (según Norma 8.3-IC): *deberá existir aprobación por parte del organismo competente de carreteras.*
  - o La señalización a colocar en ambos sentidos de circulación será (en este orden):



- SEÑALIZACIÓN EN VIALES:
  - o En los viales de obra se colocarán las siguientes señales:





DISTRIBUÍDAS UNIFORMEMENTE POR TODA LA OBRA

EN TODOS LOS CRUCES DE VIALES INTERNOS Y ANTES DE LAS INCORPORACIONES A LAS CARRETERA

- DELIMITACIÓN DE LAS EXCAVACIONES:

- Las excavaciones se delimitarán con banderola de balizamiento tipo pajarita a 1,5 m, como mínimo, del borde de la excavación.



- Las excavaciones no contarán con protecciones rígidas alrededor de su perímetro. En lugar de ello se realizarán los taludes con pendientes 1H:1V
- La profundidad de las excavaciones es la recogida en los planos de proyecto, siendo ésta de 3,5 m como máximo.

## 11. ESQUEMAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

Los esquemas indicados a continuación indicados son representaciones gráficas de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos esquemas genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista y subcontratista sobre como representar coherentemente la prevención.

### 11.1 Protecciones individuales.

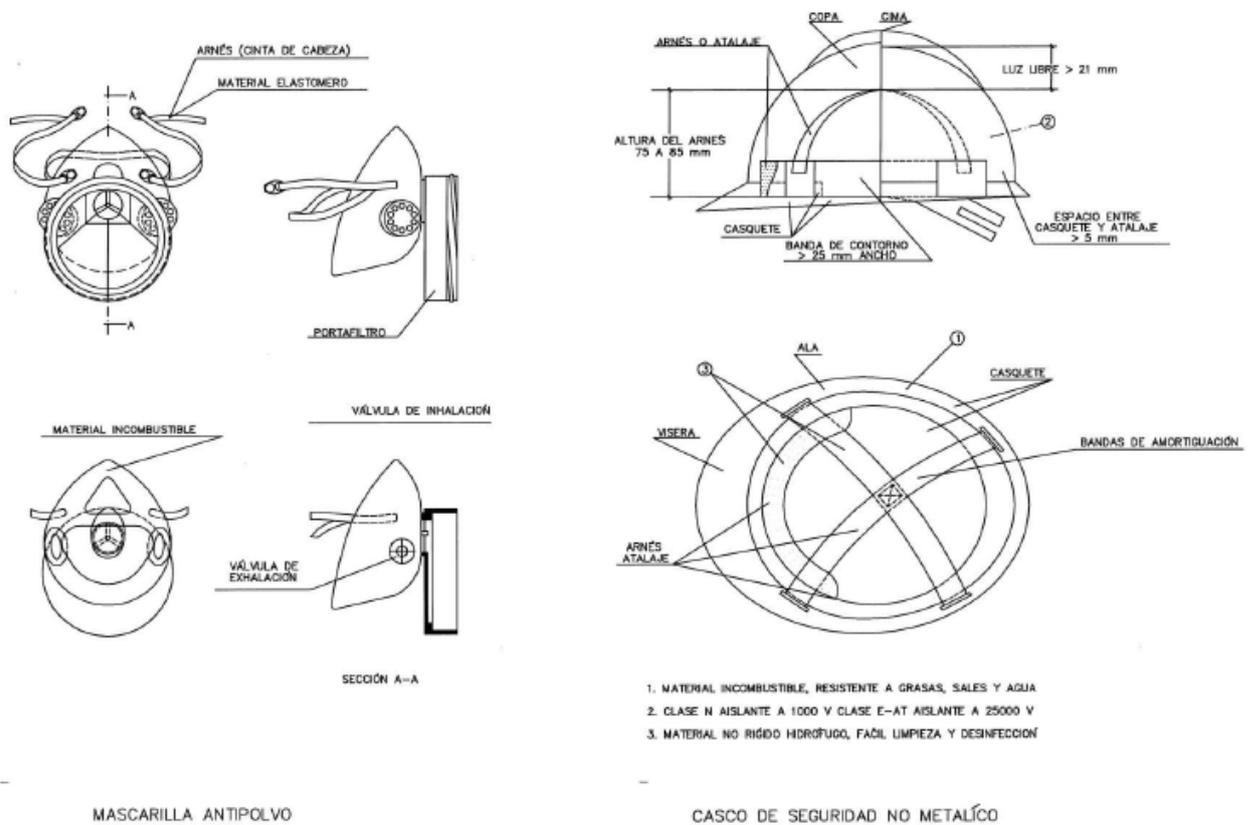


Figura 1: Mascarilla antipolvo y casco de seguridad

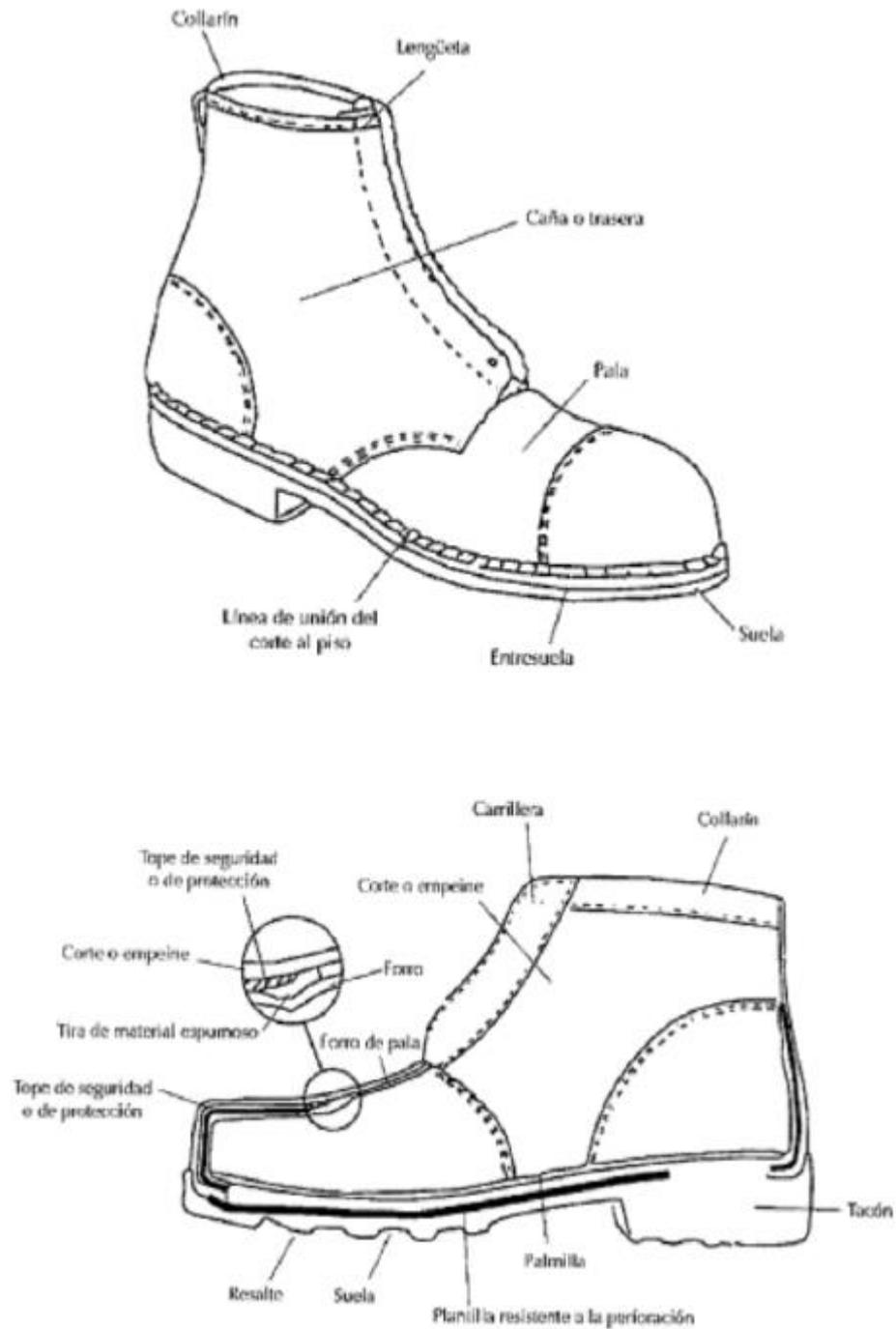
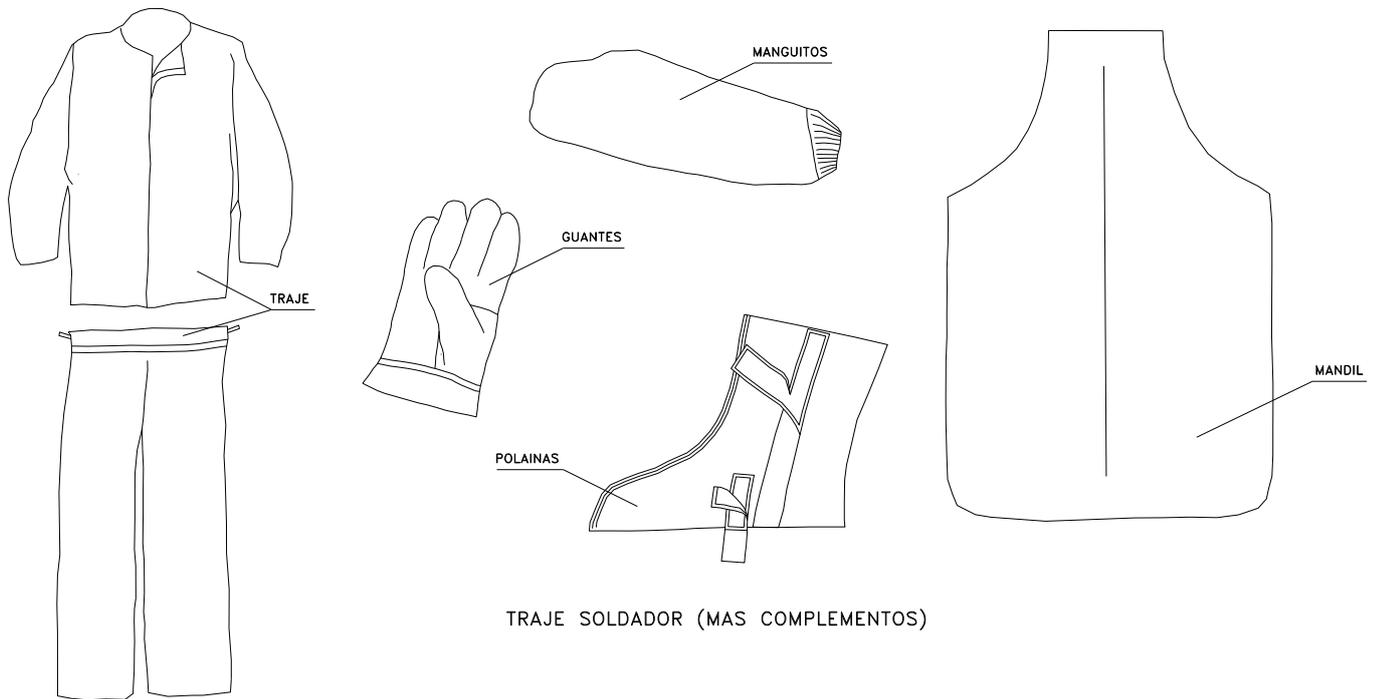


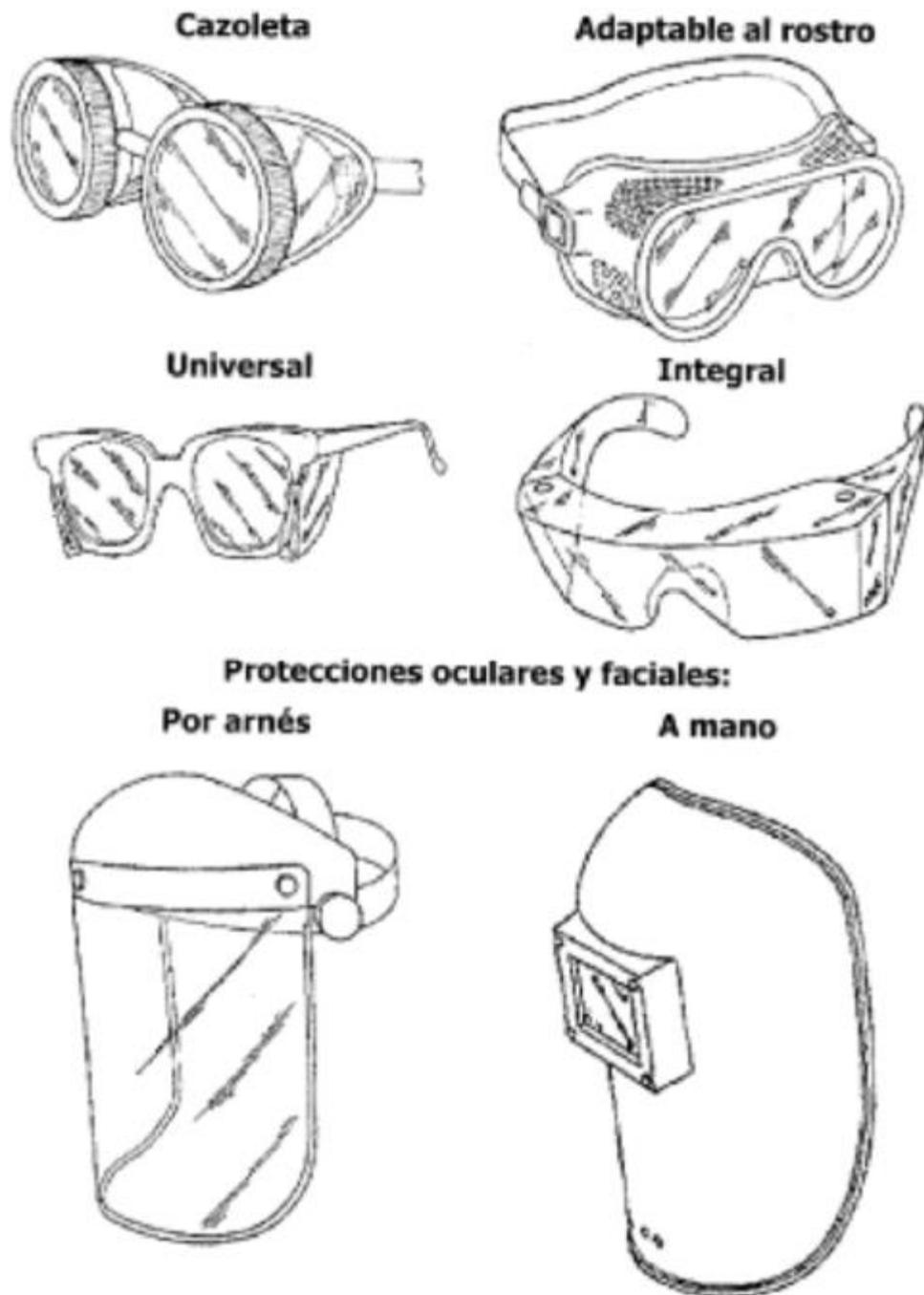
Figura 2: Calzado de seguridad



**Figura 3:** Ropa de seguridad.



Figura 4: Tipos de protectores auditivos



**Figura 5:** Tipos de protectores oculares

ANCLAJES MÓVILES PARA CINTURONES DE SEGURIDAD

CABLE DE SEGURIDAD

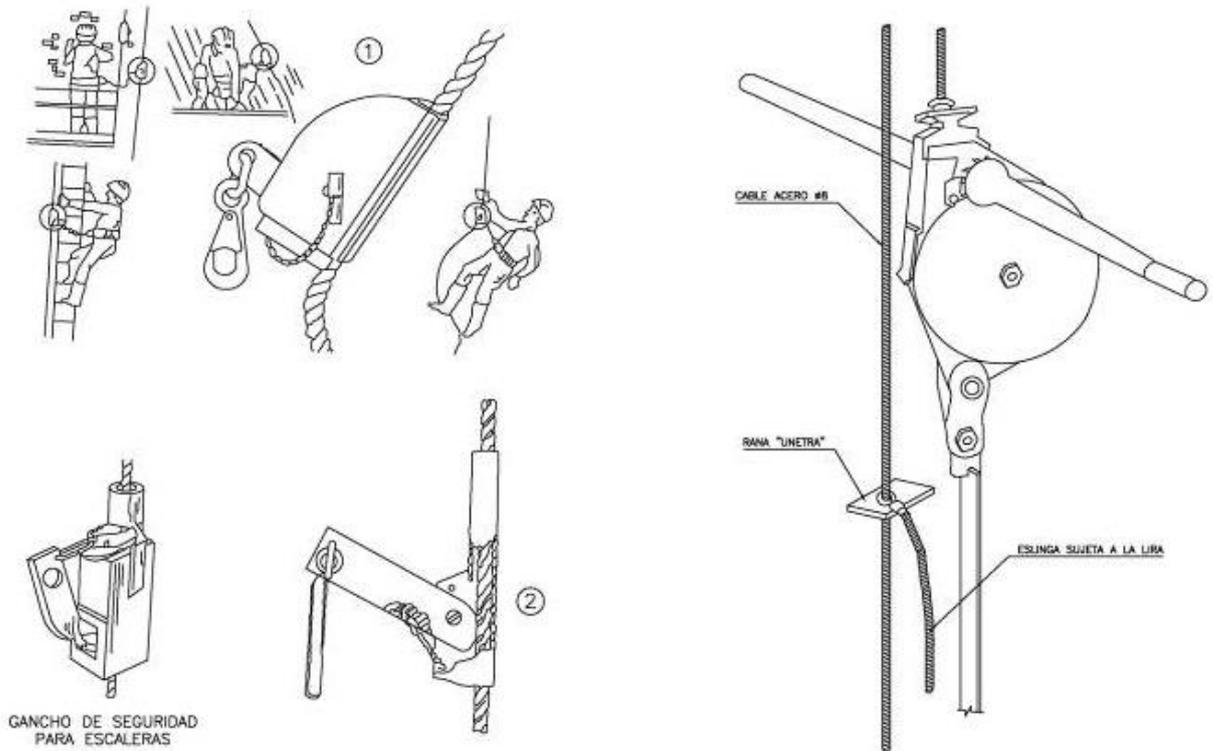


Figura 6: Anclajes móviles para cinturones

### Dispositivos anticaídas con disipadores de energía y enrolladores de

#### EN 360 Anticaídas enrollable con embrague de frenada

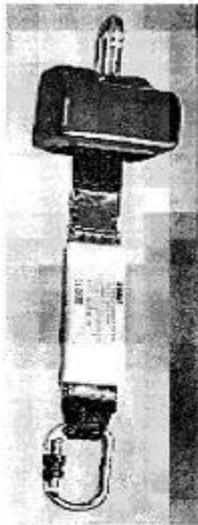
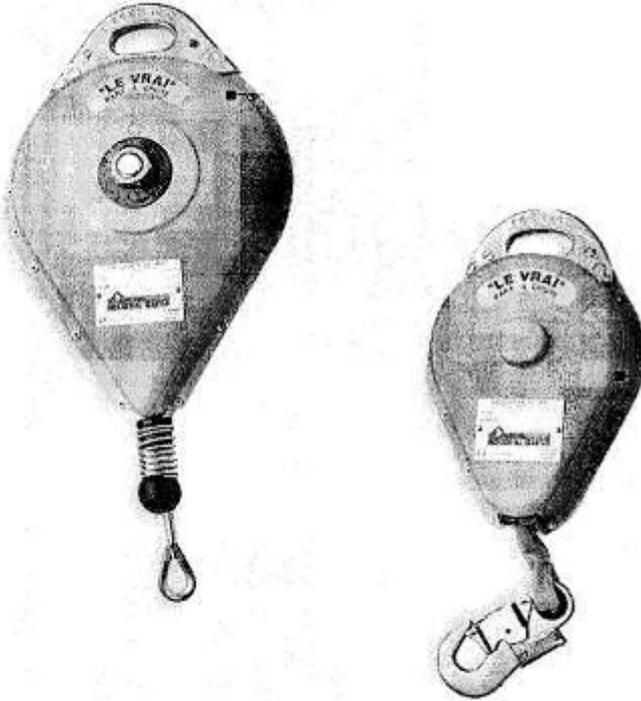
Actúa de un modo similar al cinturón de seguridad de un coche.

El embrague de frenada sustituye al disipador de energía como dispositivo anticaídas.

La distancia de detención, altura de caída, debe ser como máximo de 50 cm.

El elemento de sujeción puede ser de cinta o cable de longitud variable. Siendo los de cinta los de menor longitud.

La altura mínima desde el punto de enganche al plano de impacto, contando la altura del hombre no debe ser inferior a 2 m.



#### EN 360 Anticaídas con disipador de energía y recogedor.

Hay dispositivos recogedores de cinta o cable, enrollables, que disponen de embrague de frenada, estos dispositivos debe de disponer, preceptivamente, de un disipador, absorbedor, de energía, para ser considerados como anticaídas

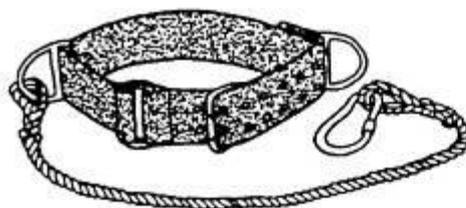
Si se utiliza un equipo de esta índole deberá calcularse la altura de seguridad al igual que de un dispositivo EN 355.

A los efectos de calcular la distancia de seguridad efectiva se sumará a la longitud del disipador, longitud de frenada y + 1.50 m (altura de un hombre con margen de seguridad)  
 $L_{\text{disipador}} + L_{\text{longitud de frenada}} + L_{\text{dispositivo}} + \text{Altura hombre}$

$2 + 0.70 + 0.80 + 1.5 = 4,5$  m deberá ser la altura mínima entre el punto de enganche y el punto de impacto.

Figura 7: Dispositivos anticaídas con disipadores de energía y enrolladores

## Cinturones y Arnés



**Cinturón de sujeción**

Marcado: CE EN 358



Debe usarse con una cuerda de posicionamiento. Marcado de la cuerda y enganche EN 362

Aplicación: Trabajos en los bordes de las construcciones (manejando un maquinillo), escaleras de mano, a una altura > 3.5 m, postes, etc, es decir cuando no debe desplazarse el trabajador para efectuar su trabajo.

La longitud de la cuerda, eslinga, no debe de permitir una caída > de 50 cm

**Enganche dorsal**



**Enganche dorsal y frontal**



Marcado: CE EN 361

Con dispositivos EN 360 y 365

Trabajos sobre andamios y plataformas de trabajo con riesgo de caída[sin barandillas u otros medios de protección colectiva] Trabajos frente a ventanas abiertas y balcones sin protección. Trabajos en superficies altas sin protecciones colectivas. Trabajos con movimientos laterales sujetos a una línea de anclaje horizontal

Con dispositivo EN 360

Trabajos en pozos cisternas y silos. Montaje de andamios con punto de anclaje fijo en un punto alto.

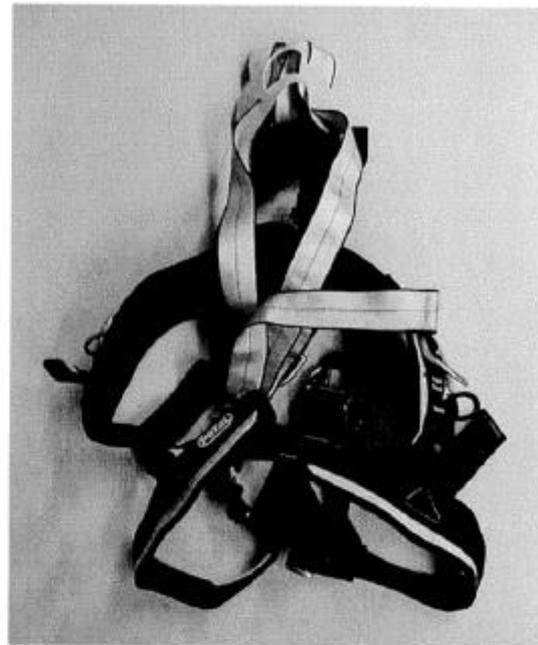
Con dispositivo EN 353/2

Trabajos donde deben de efectuarse ascensos y descensos

Figura 8: Equipos de protección individual: cinturón y arnés de seguridad



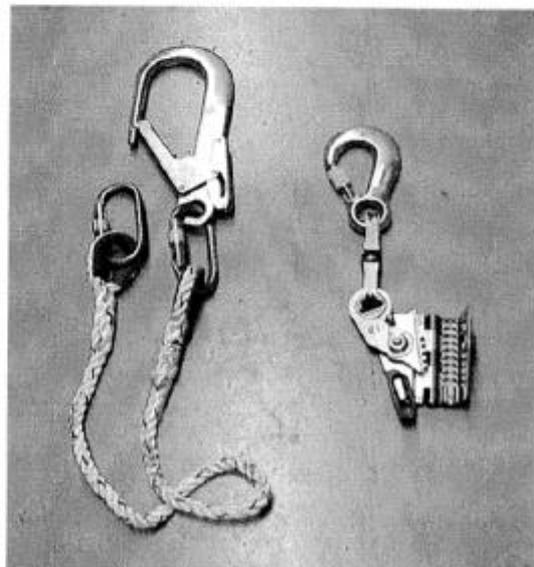
*Equipo completo de ascenso / descenso*



*Arnés*



*Sistema anticaídas*



*Cuerda de seguridad y anticaídas*

**Figura 9:** Arnés de seguridad y sistema anticaída

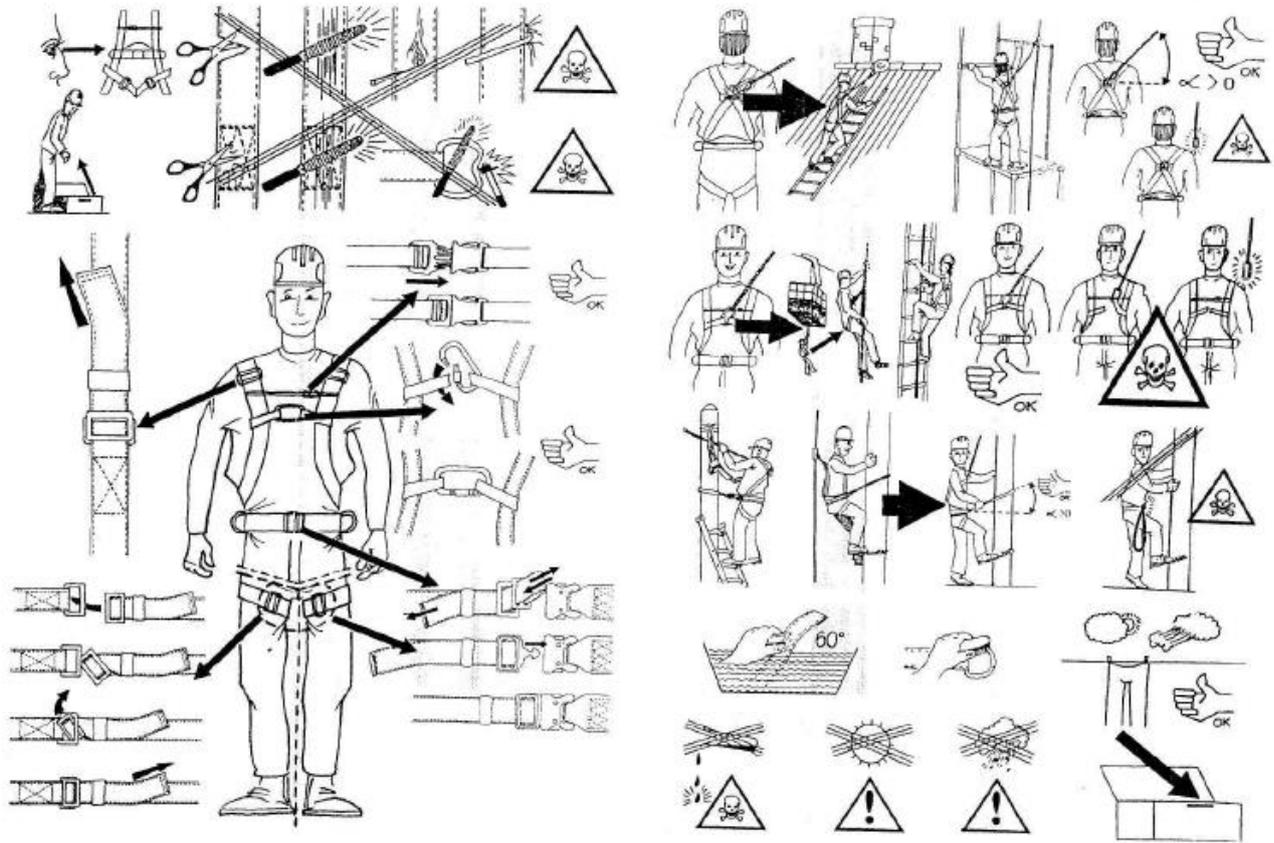


Figura 10: Uso del arnés

## 11.2 Protecciones colectivas



Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

Figura 11: Orden y limpieza

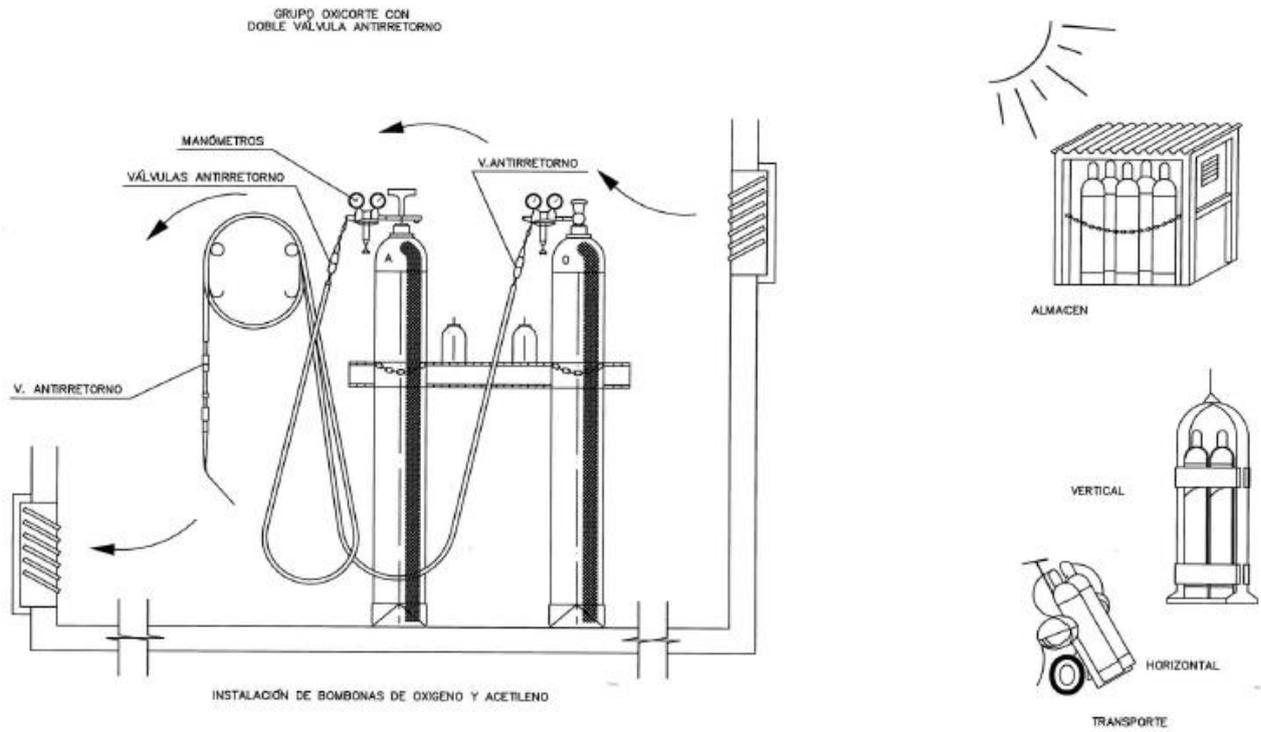


Figura 12: Soldadura

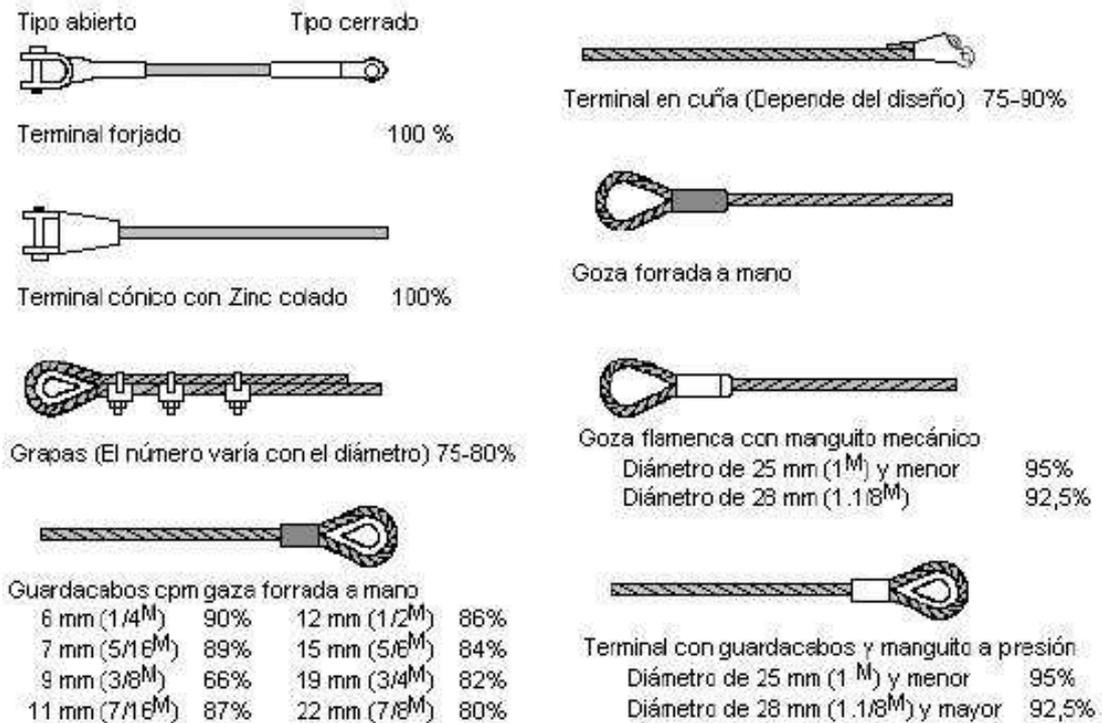
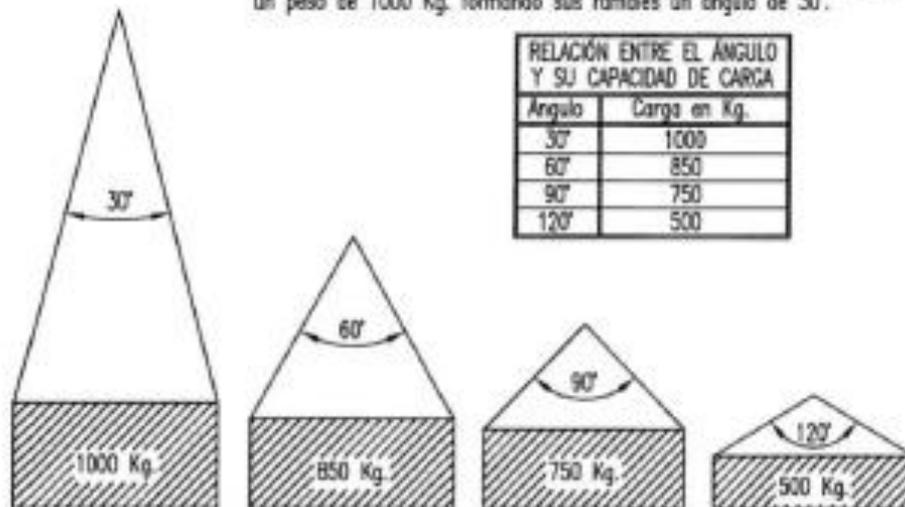


Figura 13: Rendimiento del acoplamiento terminal

ÁNGULO 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 ángulo de 30°.



La carga máxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del ángulo formado por los ramales de la misma. A mayor ángulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ÁNGULO MAYOR DE 90°. Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.

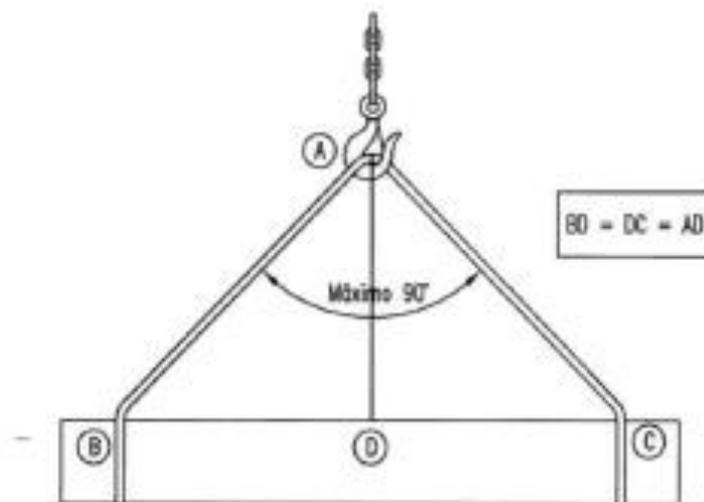


Figura 14: Ángulos de eslingado

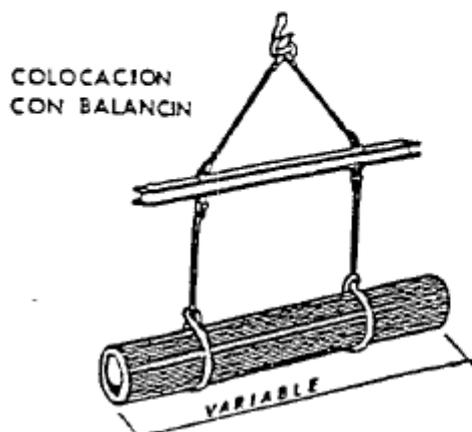
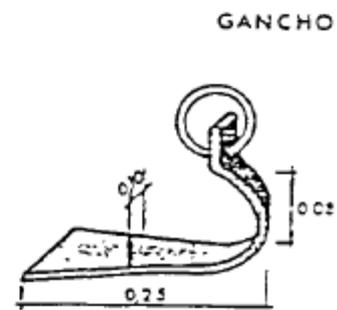
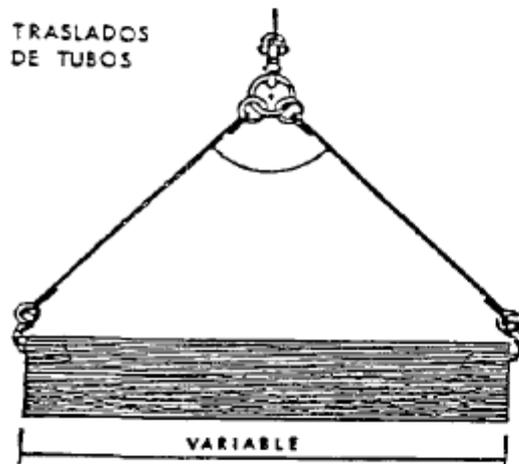
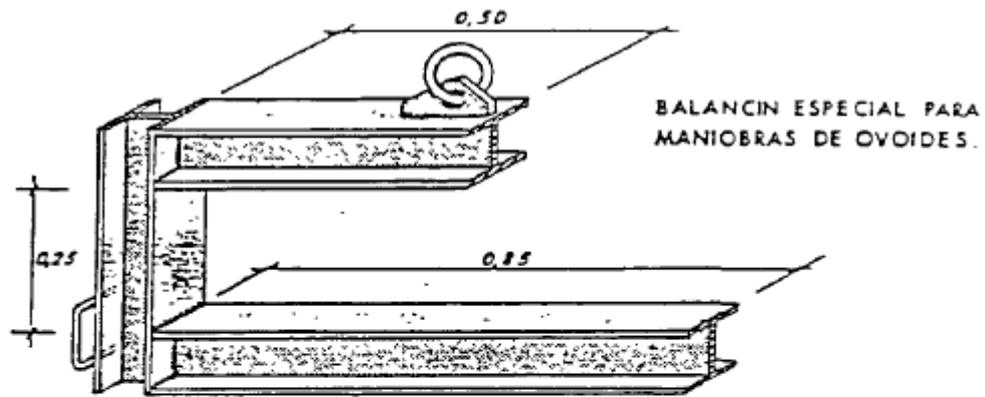
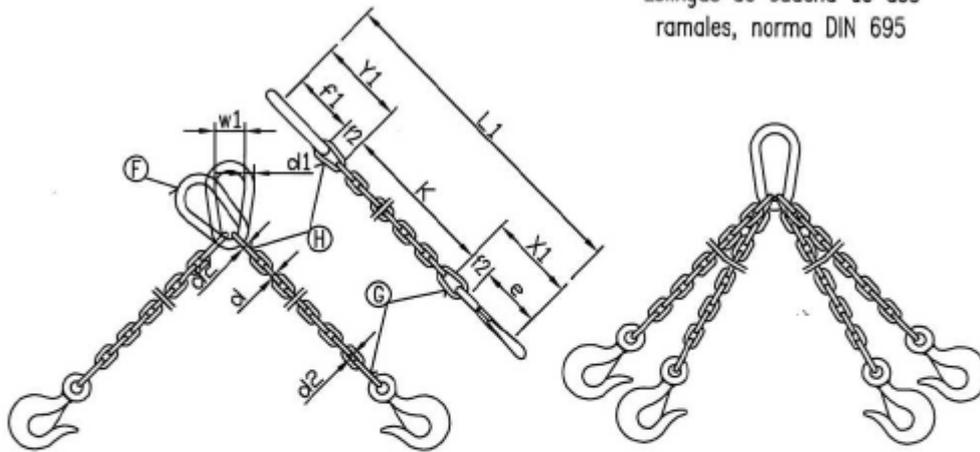


Figura 15: Útiles de izado

Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695



CADENA DE CARGA Espesor nominal d mm.	CADENA DE ARRASTRE DIN 689 e mm.	CARGA ÚTIL			X <sub>1</sub> mm.	Y <sub>1</sub> mm.	Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm. L <sub>1</sub> mm.	ESLABÓN F			ESLABONES G H		
		45° Kgs.	90° Kgs.	120° Kgs.				f <sub>1</sub> mm.	d <sub>1</sub> mm.	w <sub>1</sub> mm.	f <sub>2</sub> mm.	f <sub>3</sub> mm.	d <sub>2</sub> mm.
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2850	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularán como múltiplos del paso t, según DIN 766.  
Estas eslingas se construyen también con argolla en lugar de gancho.  
Al remolcar más de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.

Figura 16: Eslingas de cadena

El número de perrillos y la separación entre los mismos depende del diámetro del cable a utilizar. Una orientación la da la tabla siguiente:

DIÁMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diámetros
de 12 a 20	4	6 diámetros
de 20 a 25	5	6 diámetros
de 25 a 35	6	6 diámetros

Normas a tener en cuenta :

Por la sencillez de su construcción, las Gazas confeccionadas con perrillos son las más empleadas para los trabajos normales en obra.

Es importante tener en cuenta su forma de construcción, para poder evitar al máximo accidentes de cualquier tipo.

Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.

Una mala ejecución de la Gaza puede tener como consecuencia, la caída de la carga.

Forma correcta de construcción de una Gaza :

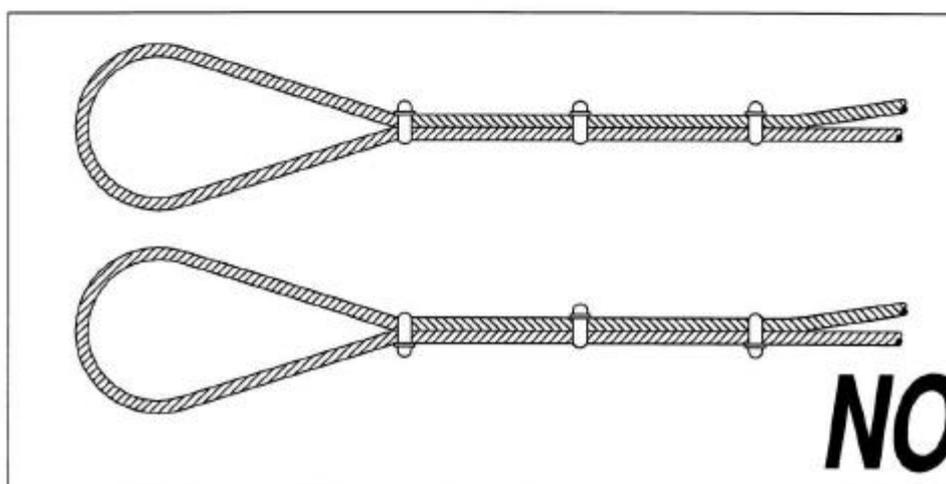
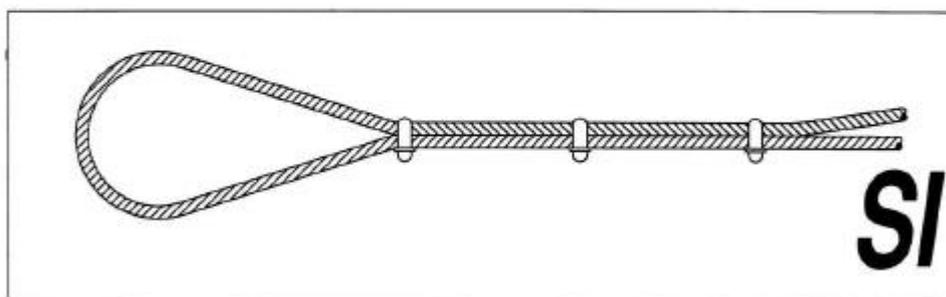


Figura 17: Gazas realizadas en obra

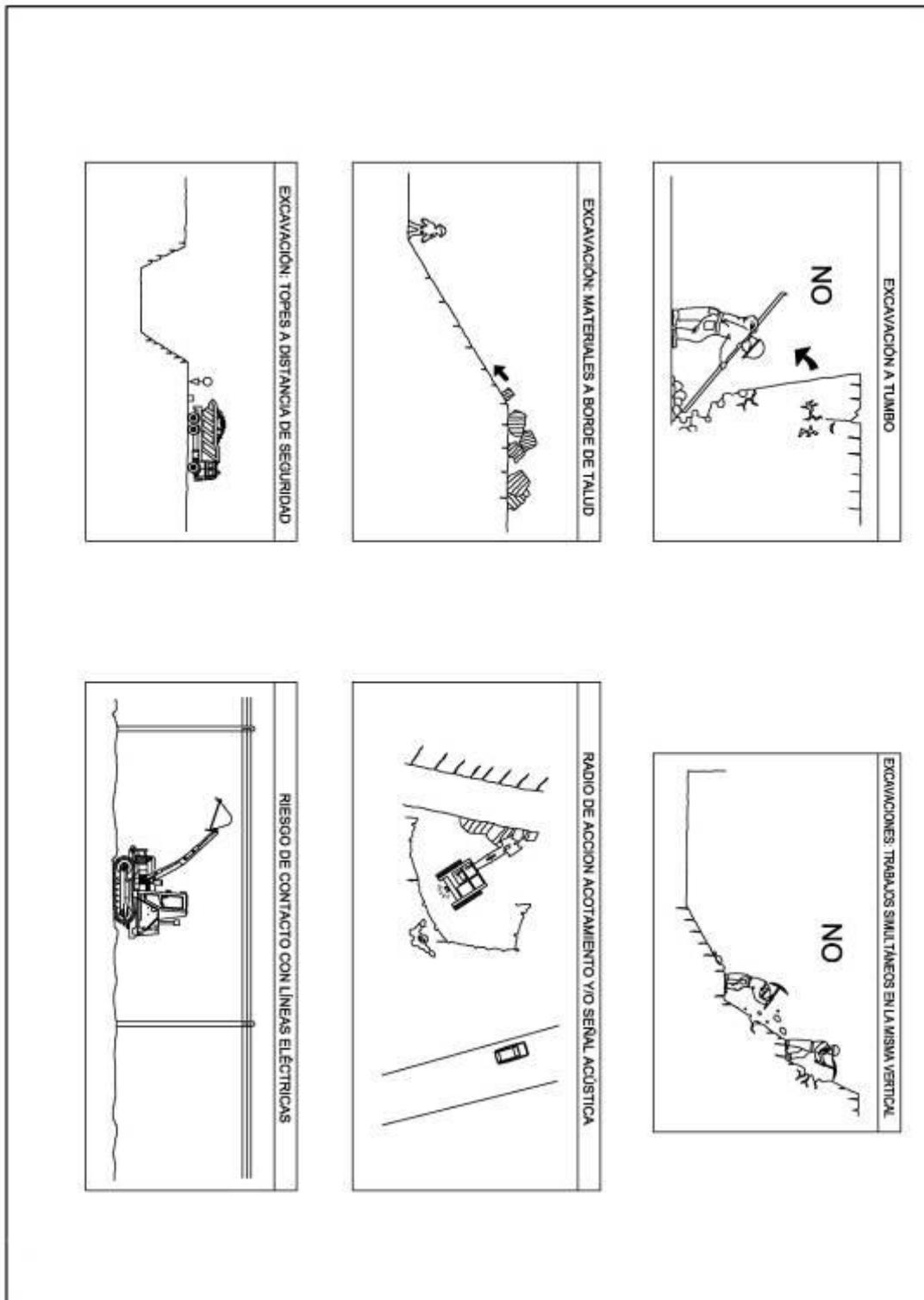


Figura 18: Medidas preventivas en movimientos de tierras

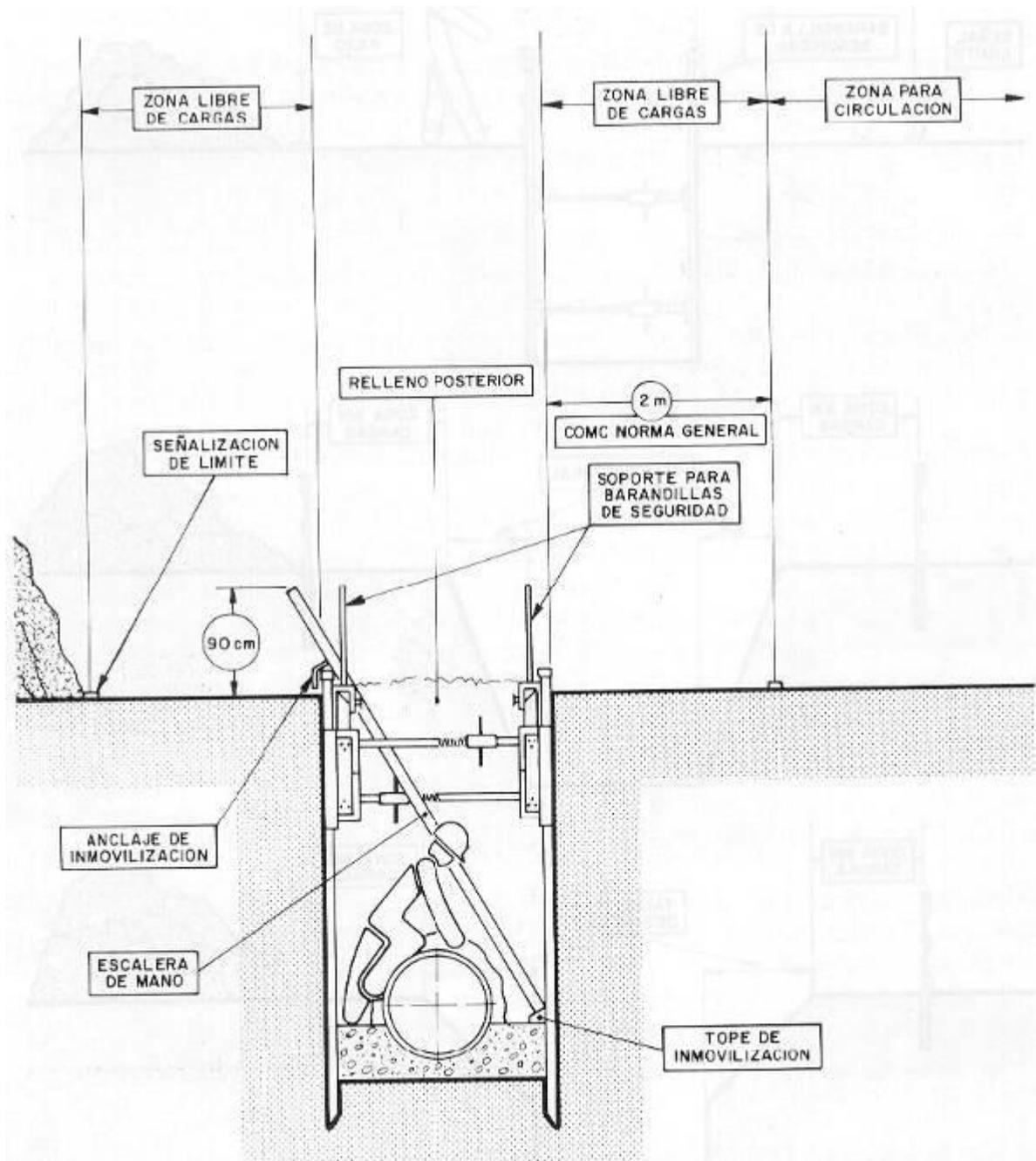


Figura 19: Protección, señalización y entibación de zanjas

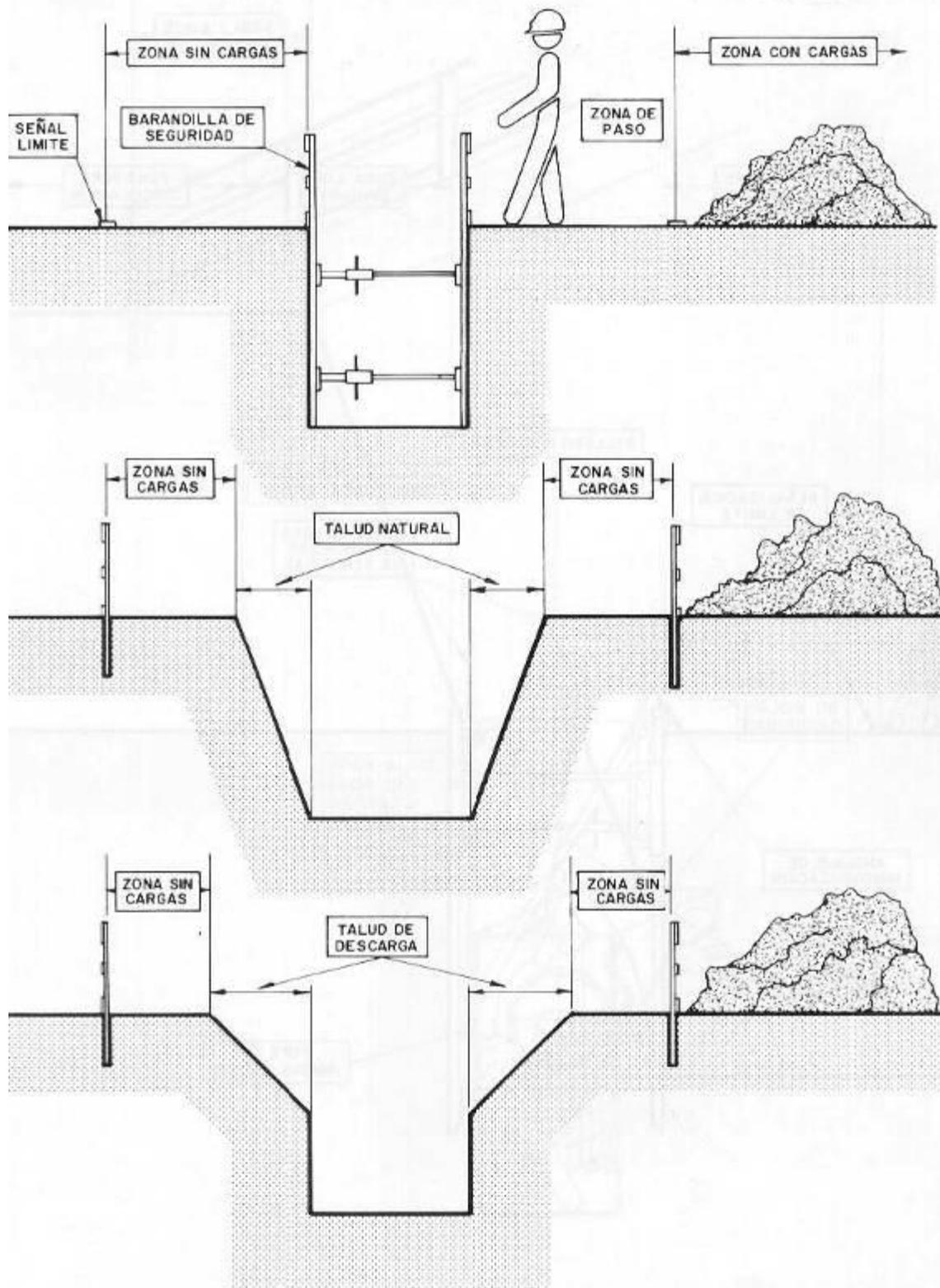


Figura 20: Protección, señalización y entibación de zanjas

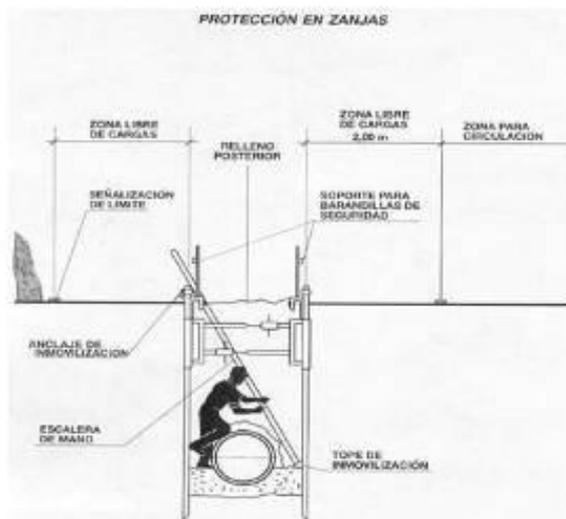
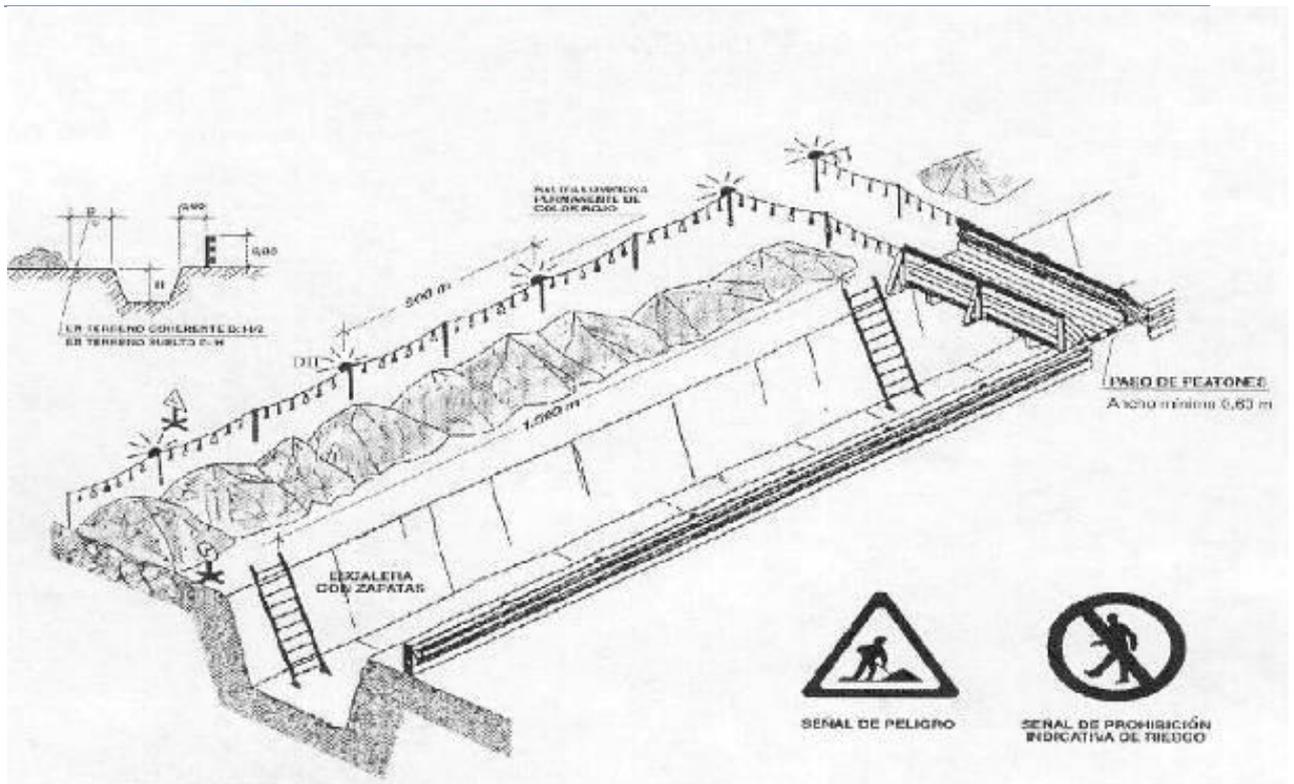
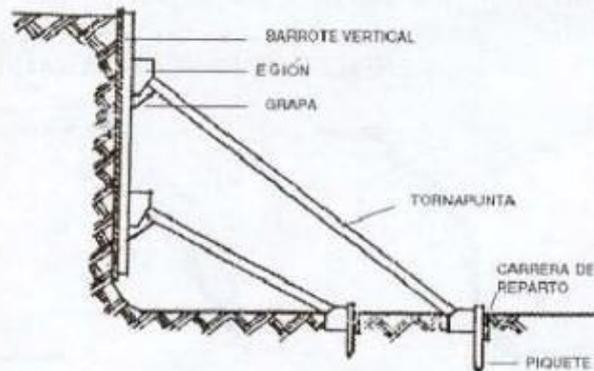


Figura 21: Protección, señalización y entibación de zanjas

### ELEMENTOS PARA LA ENTIBACIÓN



### ENTIBACIONES

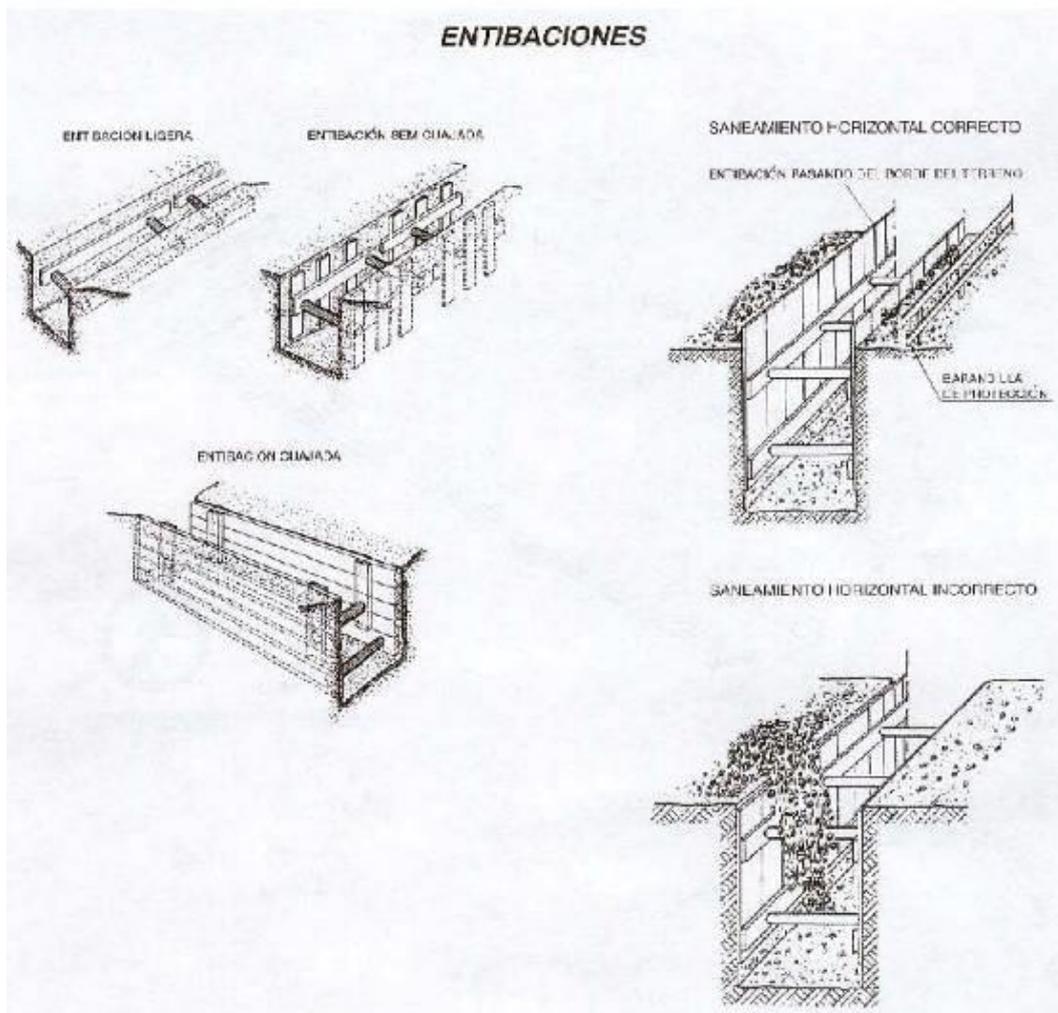
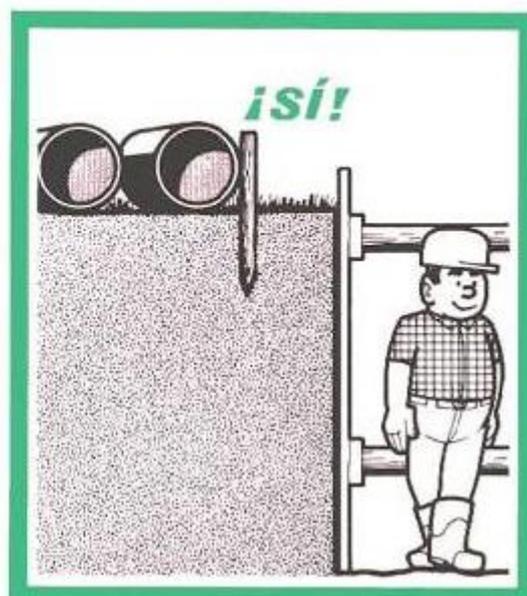
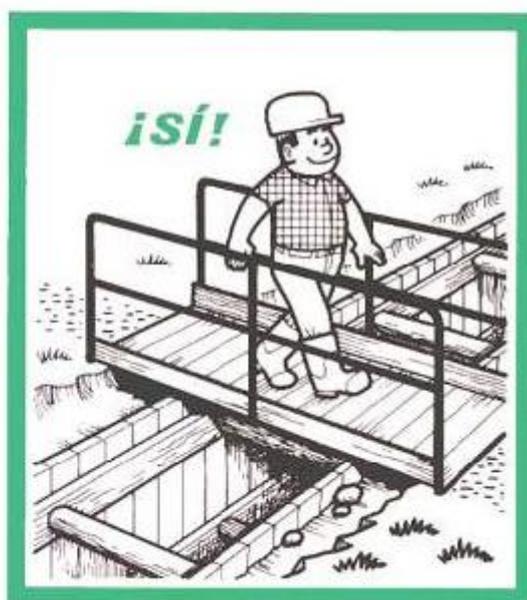
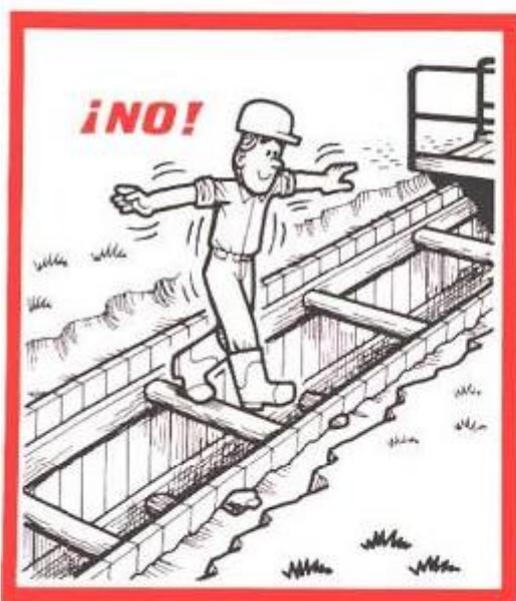


Figura 22: Protección, señalización y entibación de zanjas



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.



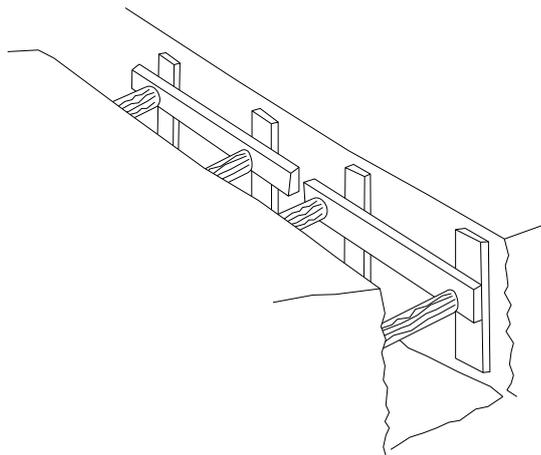
No pasar nunca por el entibado para trabajar o franquear una zanja.

Se deben instalar pasarelas provistas de barandillas para franquear las zanjas.

Figura 23: Protección, señalización y entibación de zanjas

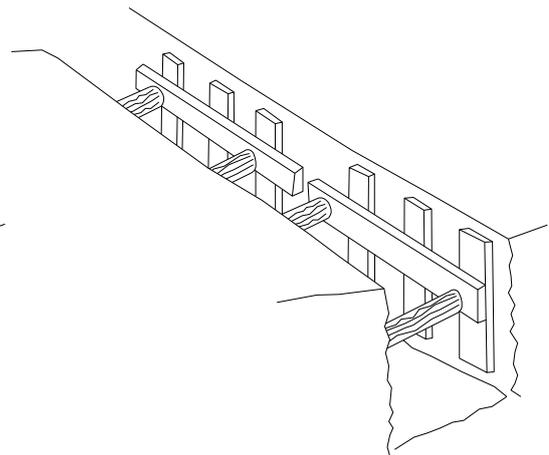
### ENTIBACION LIGERA

- SE COLOCA EL MATERIAL DE CONTENCIÓN DE FORMA REPARTIDA Y CUBRIENDO MENOS DEL 50% DE LA SUPERFICIE.
- PUEDE UTILIZARSE EN TERRENOS ESTABLES Y CON PROFUNDIDAD DE HASTA 2.00m, SIN SOLICITACIONES.



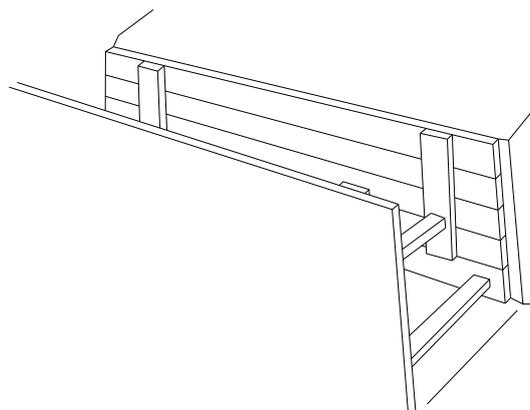
### ENTIBACION SEMICUAJADA

- SE EFECTUARA COMO MINIMO EN TERRENOS SIN SOLICITACION Y HASTA UNA PROFUNDIDAD E 2.50m, O CON PROFUNDIDADES INFERIORES SI HAY SOLICITACION.



### ENTIBACION CUAJADA

- SE INSTALA PARA CUBRIR TODA LA SUPERFICIE DE LAS PAREDES EXCAVADAS, POR LO QUE ES ADECUADA PARA CASI LA TOTALIDAD DE LAS SITUACIONES Y OFRECE EL MAYOR PORCENTAGE DE GARANTIAS.



**Figura 24:** Protección, señalización y entibación de zanjas

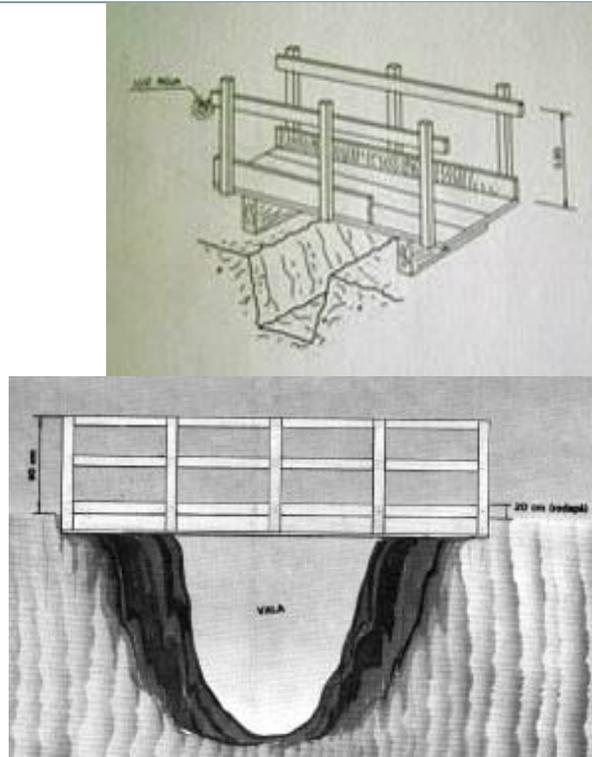


Figura 25: Pasarelas sobre zanjas

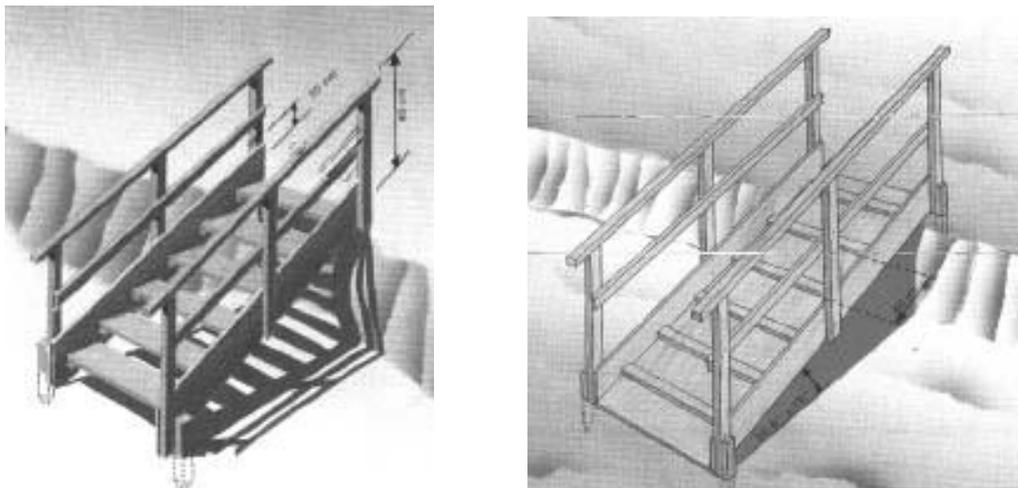


Figura 26: Escaleras y rampas para salvar desniveles

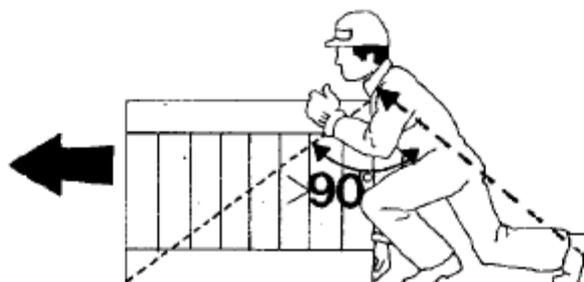
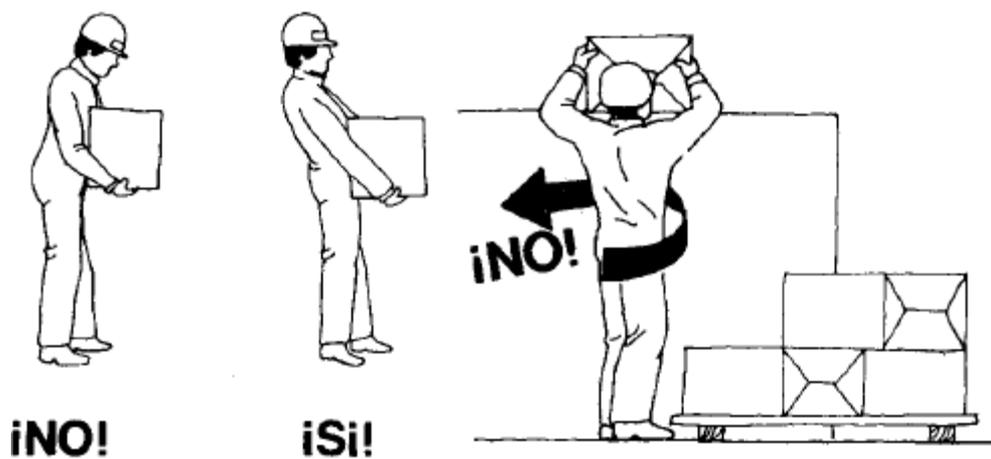
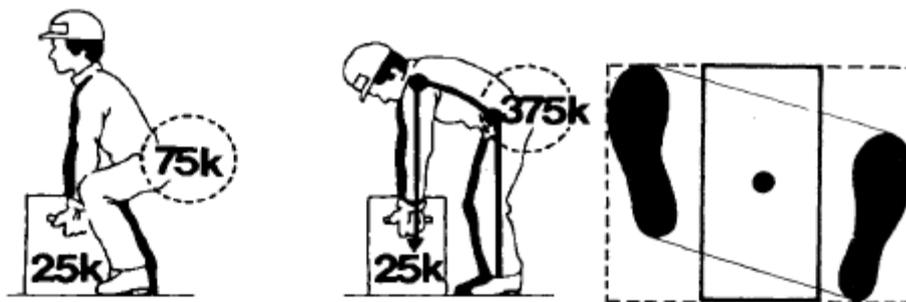
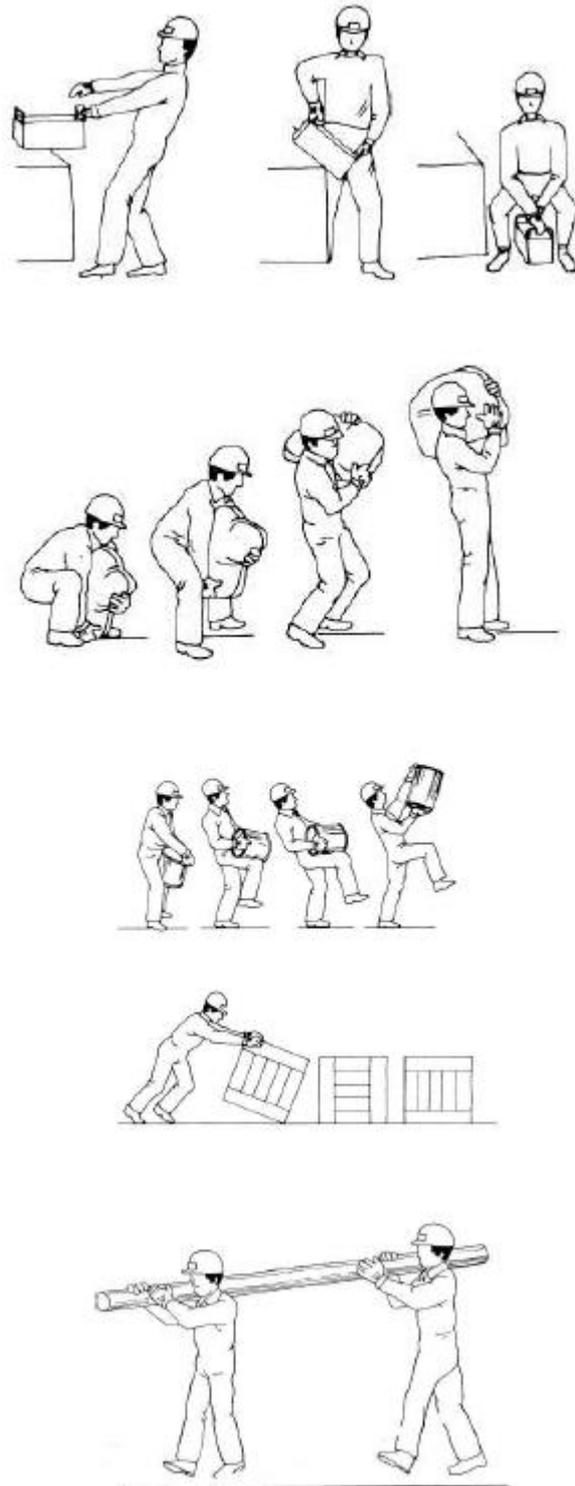


Figura 27: Manipulación manual de cargas



**Figura 28:** Manipulación manual de cargas

11.3 Equipos de trabajo

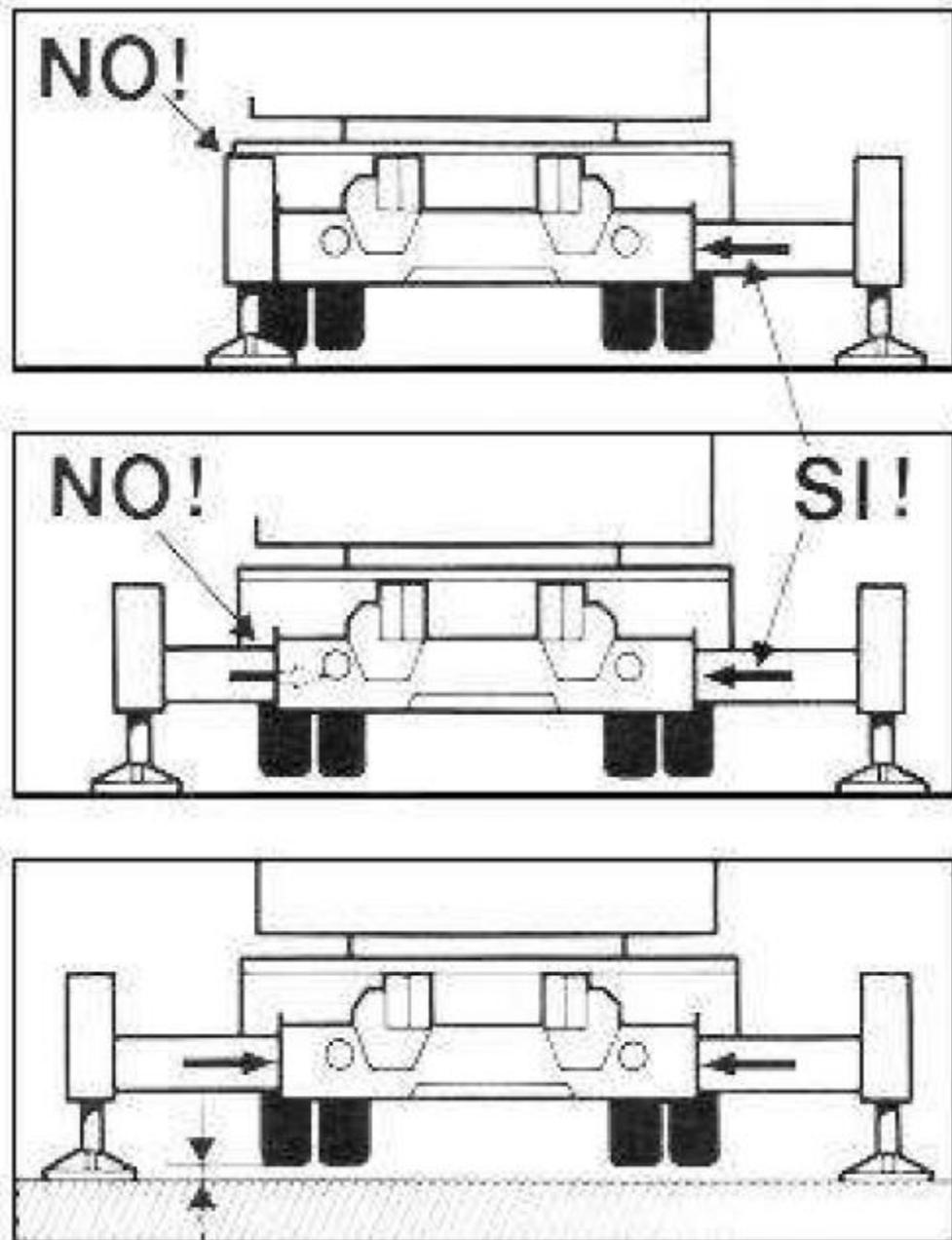


Figura 29: Estabilización de grúas

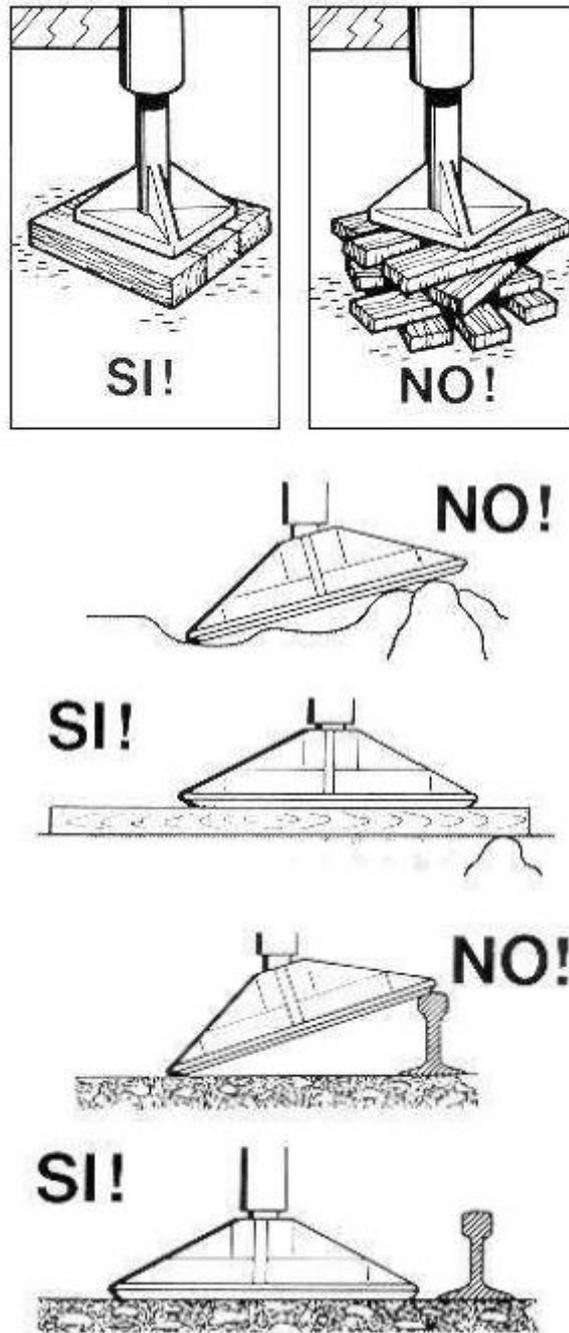


Figura 30: Estabilización de grúas

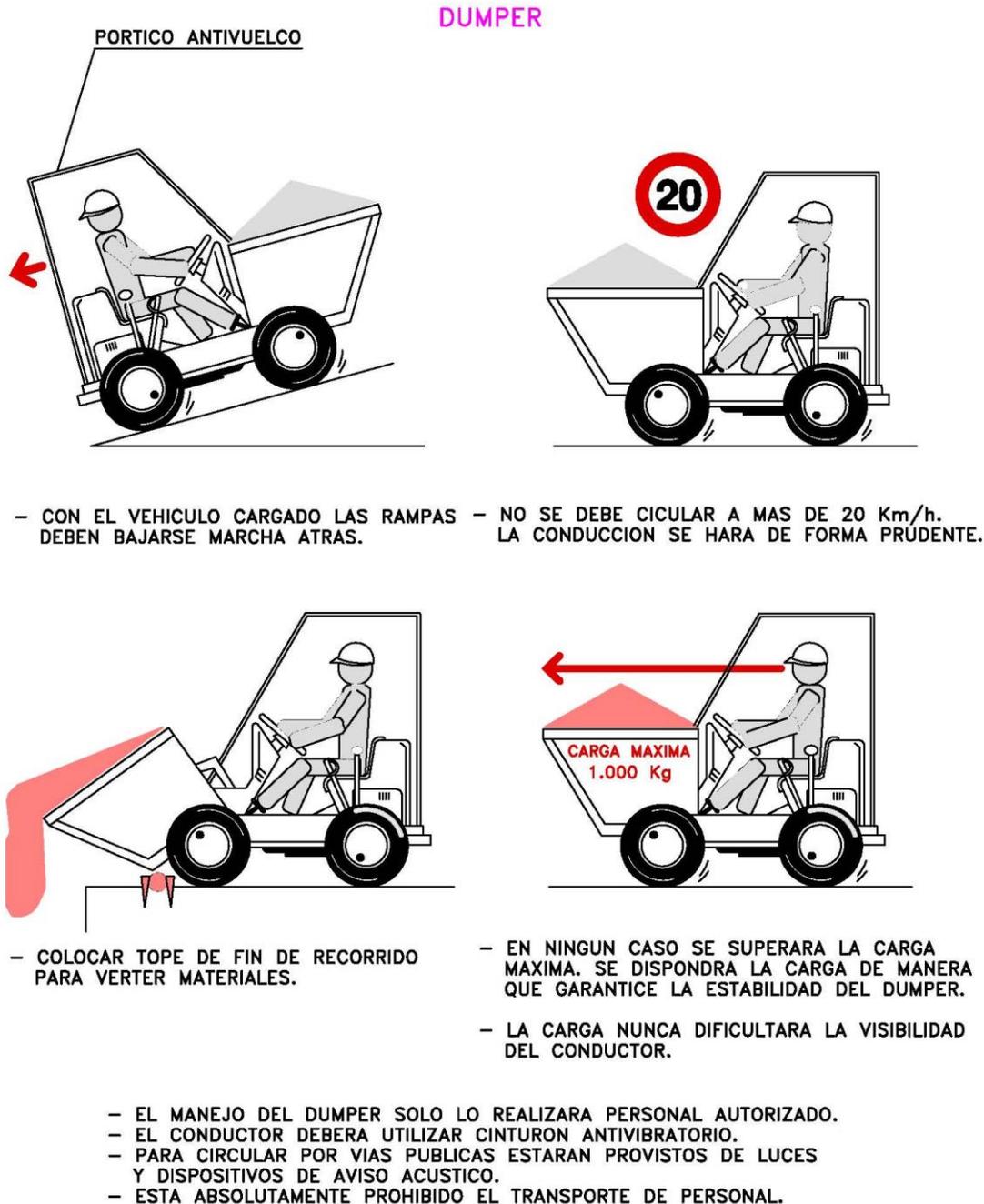
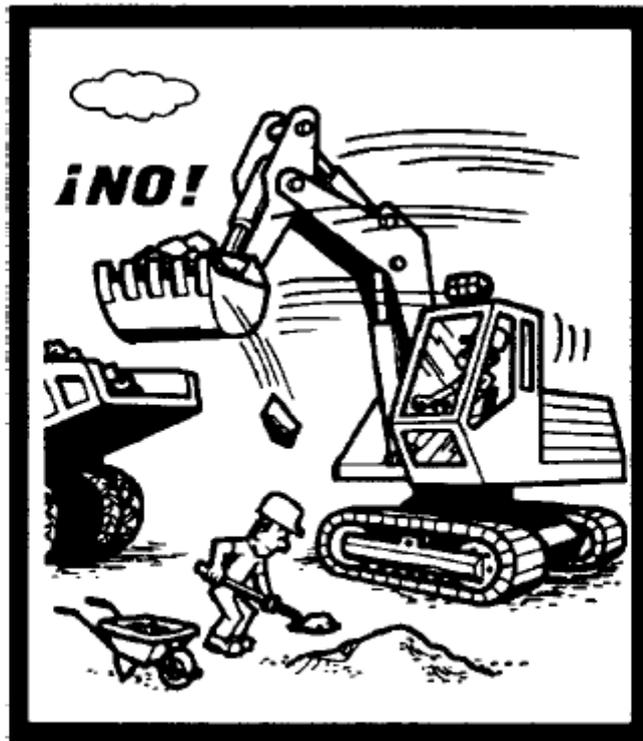


Figura 31: Manejo de maquinaria: Dumper



Está formalmente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

Figura 32: Utilización de maquinaria.

11.4 Medios auxiliares



Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.



Figura 33: Uso de escaleras

11.5 Instalación eléctrica

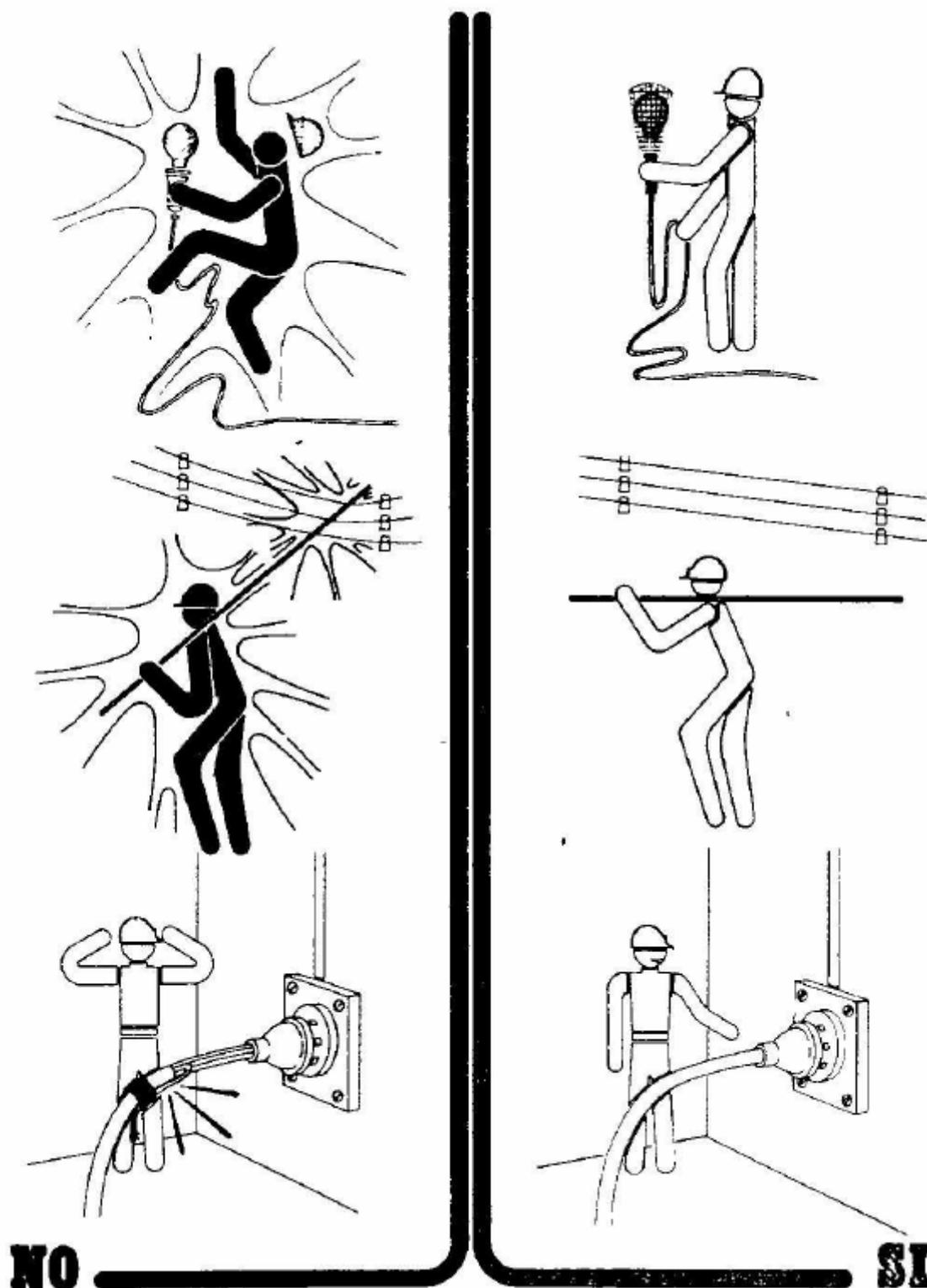


Figura 34: Normas seguridad instalación eléctrica

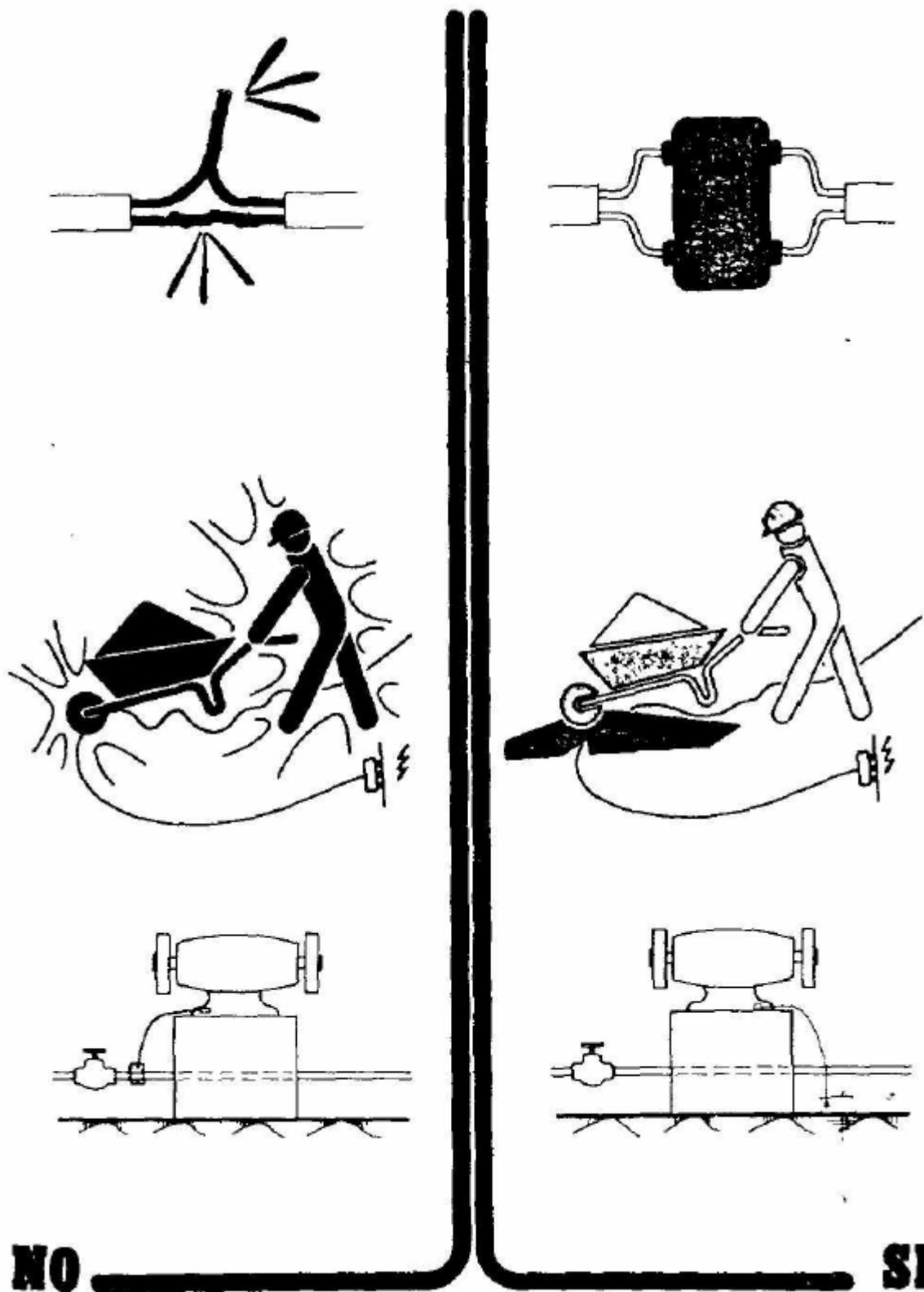


Figura 35: Normas seguridad instalación eléctrica

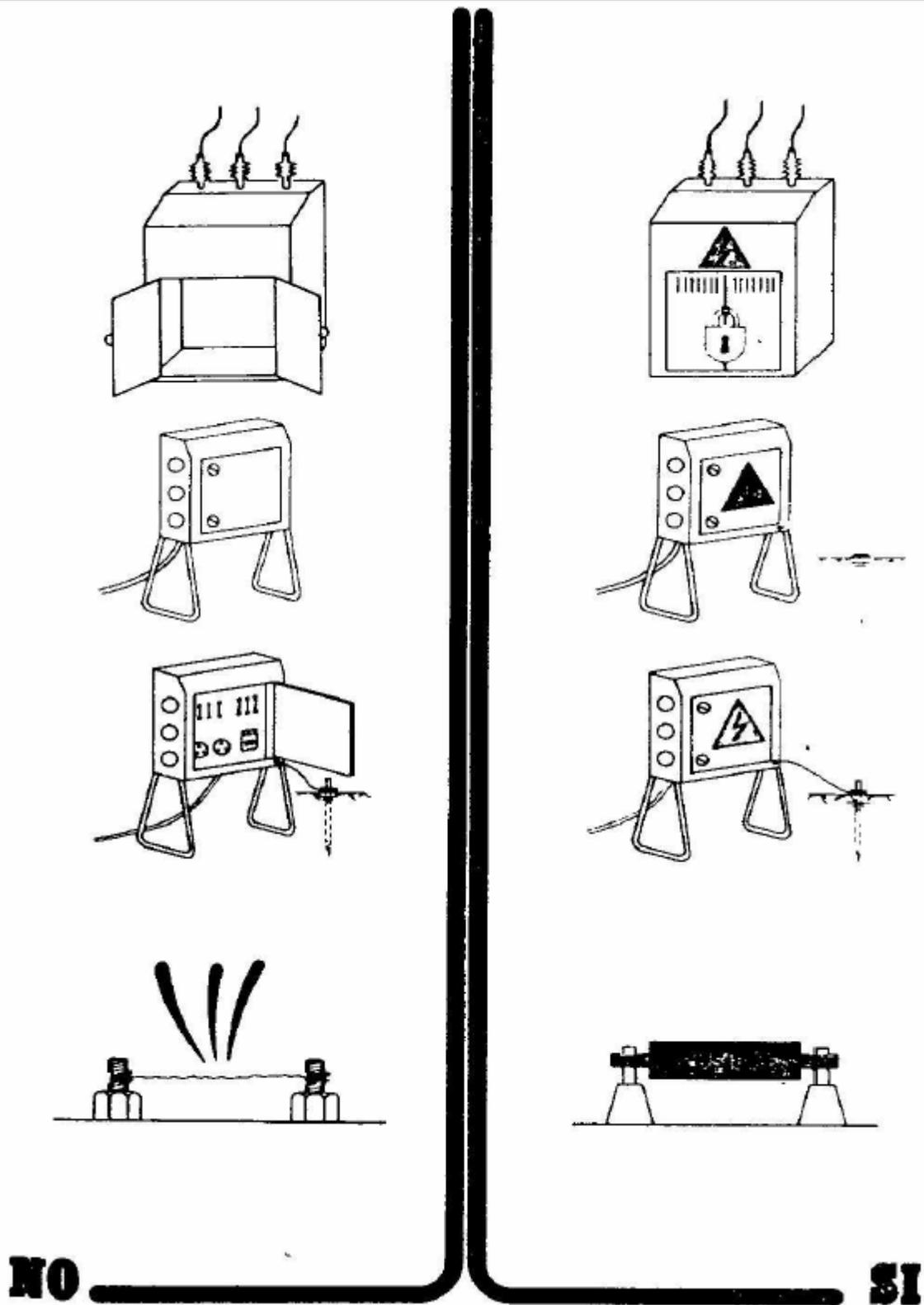


Figura 36: Normas seguridad instalación eléctrica

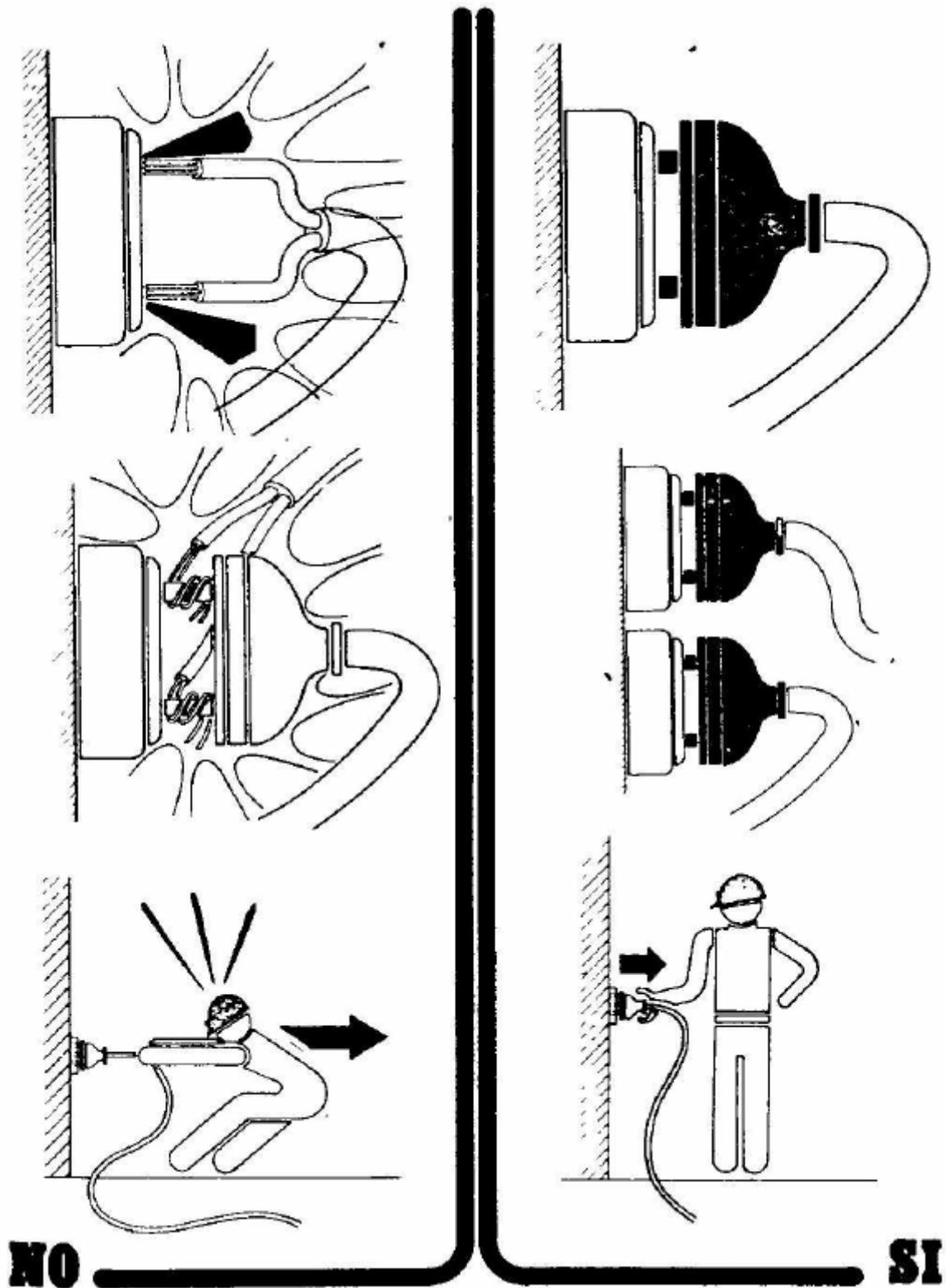
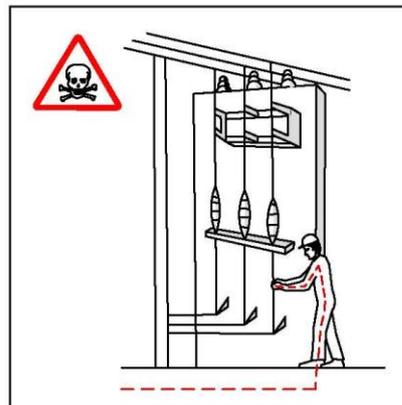


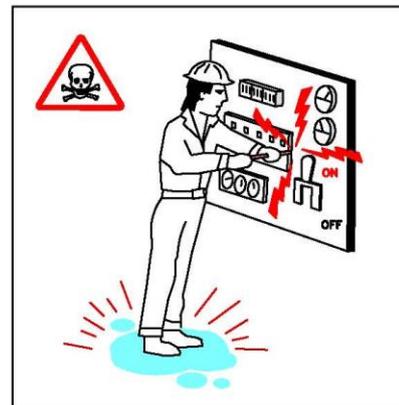
Figura 37: Normas seguridad instalación eléctrica.

## RIESGOS ELECTRICOS CAUSAS DE ACCIDENTES POR ELECTRICIDAD

### 1- CONTACTOS DIRECTOS

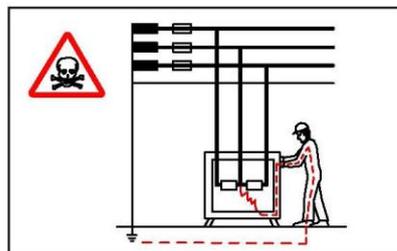


MANIPULACION DE INSTALACIONES

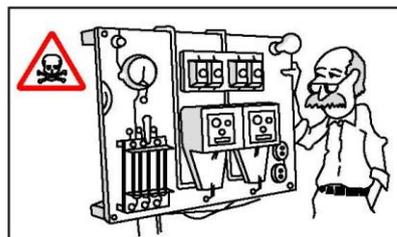


REPARACION DE EQUIPOS BAJO TENSION

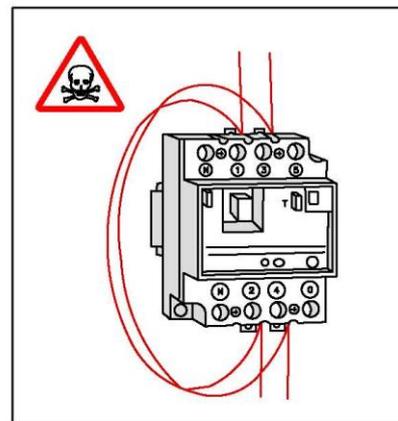
### 2- CONTACTOS INDIRECTOS



DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MAQUINAS SIN PROTECCION.



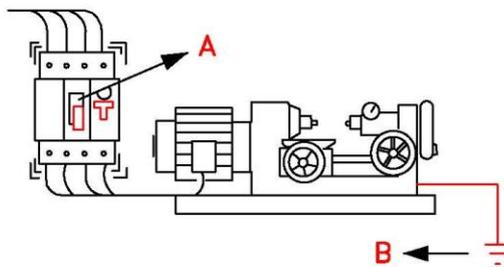
DEFECTOS DE AISLAMIENTO EN MAQUINAS CUYO SISTEMA DE PROTECCION SE ENCUENTRA MAL CALIBRADO O DISEÑADO.



PUENTEADO DE ELEMENTOS DE PROTECCION.

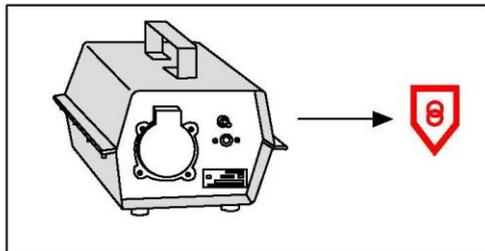
Figura 38: Causas de accidentes por electricidad

## SISTEMAS DE PROTECCION



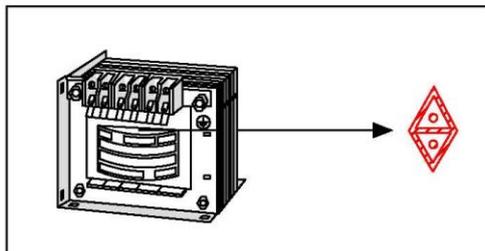
A -EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL LIMITA LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO, DEL DEFECTO.

B -LA PUESTA A TIERRA NOS LIMITA LA TENSION DE DEFECTO A VALORES DE SEGURIDAD.



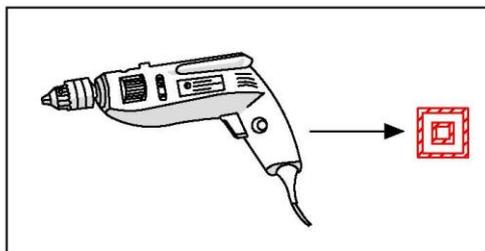
TENSION DE SEGURIDAD:

-CON PEQUEÑAS TENSIONES ES PRACTICAMENTE IMPOSIBLE CAUSAR DAÑO A LAS PERSONAS.



TRANSFORMADOR SEPARADOR DE CIRCUITOS:

-NO EXISTE UNION ELECTRICA ENTRE EL CIRCUITO DE ALIMENTACION Y EL DE UTILIZACION.



DOBLE AISLAMIENTO:

-EL CONTACTO SOLO SE PRODUCIRA EN EL CASO DE FALLO DE LOS DOS AISLAMIENTOS.

-NO MANIPULE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS SI NO ESTA PREPARADO Y AUTORIZADO PARA ELLO.

-NO UTILICE AGUA PARA APAGAR FUEGOS DE ORIGEN ELECTRICO.

-ANTE UNA PERSONA ELECTRIZADA NO LA TOQUE DIRECTAMENTE.

Figura 39: Sistemas de protección eléctrica

11.6 Señalización

SEÑALES DE PROHIBICIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Figura 40: Señalización de prohibición

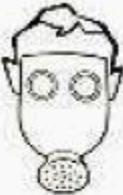
SEÑALES DE OBLIGACIÓN					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Figura 41: Señalización de obligación

SEÑALES DE OBLIGACION					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA CONTRA CAIDA DE ALTURA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGATORIO ELIMINAR PUNTAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Figura 42: Señalización de obligación

SEÑALES DE ADVERTENCIA					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE EXPLOSION MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO ELECTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Figura 43: Señalización de advertencia

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PELIGRO INDETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETIAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

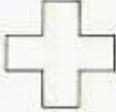
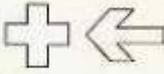
**SEÑALES DE ADVERTENCIA**

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDA DE OBJETOS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
DESPRENDIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
MAQUINA PESADA EN MOVIMIENTO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Figura 44: Señalización de advertencia

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDAS A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Figura 45: Señalización de advertencia

SEÑALES DE SALVAMENTO					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

*\* Es importante no confundir esta señal con otra de las mismas características, pero con el color de seguridad ROJO y que se utilizará para indicar la dirección a seguir para acceder a un equipo de lucha contra incendio o a un medio de alarma o alerta, la cual podrá utilizarse sola o acompañada de la significativa correspondiente.*

Figura 46: Señalización de salvamento

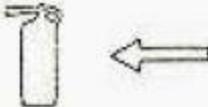
SEÑALES DE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS					
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
LOCALIZACION DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
DIRECCION HACIA EQUIPO CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	

Figura 47: Señalización de extinción

Significado	Descripción	Ilustración
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción. Fin del movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.	
Fin de las operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	

Figura 39: Gestos generales.

Significado	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
Distancia vertical.	Las manos indican la distancia.	

Figura 48: Movimientos verticales

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 en 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 en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal.	Las manos indican la distancia.	

Figura 41: Movimientos horizontales.

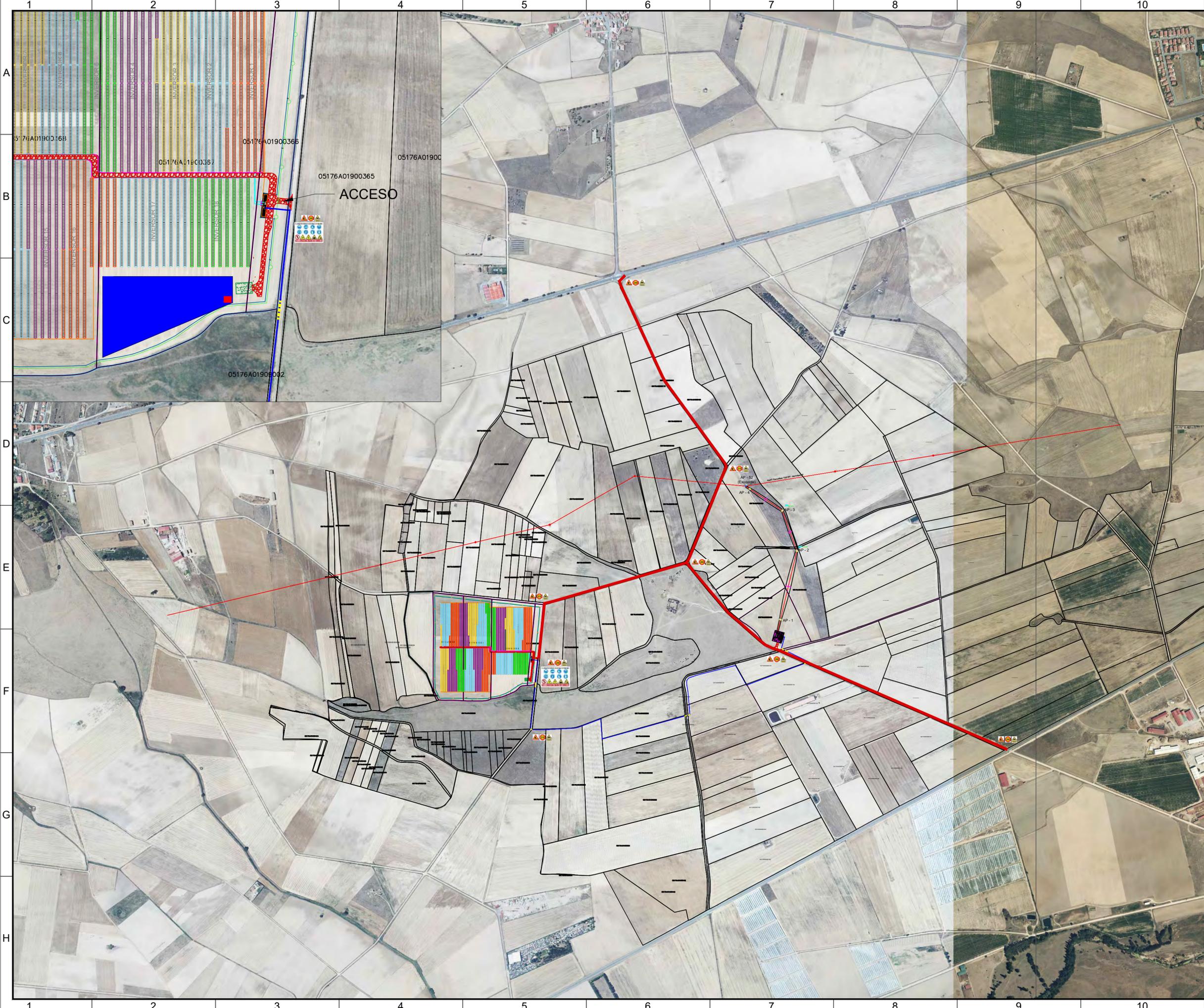
Significado	Descripción	Ilustración
Peligro: Alto o parada de emergencia.	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.	
Rápido.	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento.	Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.	

Figura 49: Peligro

## DOCUMENTO 6.3: PLANO ESYS

---

**P01.-** SEÑALIZACIÓN CARRETERA Y ENTRADA A OBRA. SEÑALIZACIÓN VIALES INTERNOS.  
ZONA DE ACOPIOS, VESTUARIOS Y ASEOS.



LEYENDA

- ZONA DE ACOPIOS
- ZONA DE VESTUARIOS Y ASEOS
- VIALES UTILIZADOS
- VALLADO PFV

Titular y Promotor:  
**Eólica Sierra de Ávila, S.L.U.**  
**finerge**

Desarrollador:  
**Vita. energy group**

**PROYECTO:**  
 PLANTA FOTOVOLTAICA "EL RINCÓN FV"  
 Y LINEA DE EVACUACIÓN

**PLANO:**  
 SEÑALIZACIÓN CARRETERA Y ENTRADA A OBRA.  
 SEÑALIZACIÓN VIALES INTERNOS.  
 ZONA DE ACOPIOS, VESTUARIOS Y ASEOS.

Dibujado: **ARLUMI RENOVABLES**  
 Comprobado: **VITA ENERGY**  
 Aprobado: **VITA ENERGY**

REV.	DESCRIPCION	FECHA	INIC.
00	DISÑO INICIAL	14/07/23	ASL

Ingeniería  
**ARLUMI RENOVABLES**  
 Ingeniero Técnico Industrial  
 Antonio Sáez López  
 Colegiado nº 1575 - COTIAB

Fecha: **JULIO/23** DIN: **A2**

Escala: **S/E**

HOJA: **01/01** Plano Nº:

Revisión: **00** **01**

LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA EN ESTE DOCUMENTO ES CONFIDENCIAL Y DE USO RESTRINGIDO. Y PUEDE UTILIZARSE ÚNICAMENTE PARA LOS FINES DEL PRESENTE DOCUMENTO. Queda terminantemente prohibido modificar, copiar, reproducir, distribuir o divulgar todo o parte del contenido de este documento sin el consentimiento expreso y por escrito de ARLUMI RENOVABLES, S.L. EN NINGUN CASO LA FALTA DE RESPUESTA A LA CONSULTA DE ESTE DOCUMENTO PARA ENTENDER SU CONTENIDO CONSTITUYERÁ RESPUESTA NEGATIVA.