



**DECLARACIÓN RESPONSABLE DE PERSONA PROYECTISTA Y/O DIRECTOR/A DE  
OBRAS DE INSTALACIONES SUJETAS A LOS REGLAMENTOS DE SEGURIDAD  
INDUSTRIAL.**

**Artículo 11 de la Ley 6/2014, de 12 de septiembre, de Industria de Castilla y León.**

DATOS DEL DECLARANTE					
Nombre y Apellidos:					NIF:
Domicilio (calle):					
Número:	Escalera:	Piso:	Puerta:	Provincia:	
Municipio:			Localidad:		
Código postal:		Tel. móvil:		Tel. fijo:	
Correo electrónico:			Página web:		
DATOS DEL REPRESENTANTE					
Nombre y Apellidos:					NIF:
Domicilio (vía):					
Número:	Escalera:	Piso:	Puerta:	Provincia:	
Municipio:			Localidad:		
Código postal:		Tel. móvil:		Tel. fijo:	
Correo electrónico:					
NUEVO SISTEMA DE NOTIFICACIONES EN SEDE ELECTRÓNICA (NOTI)					
Las notificaciones se practicarán exclusivamente por vía electrónica e irán dirigidas a:					
Apellidos:					
Nombre:					NIF:
e-mail (cumplimentar obligatoriamente):					Teléfono:
<p>La persona indicada para consultar las notificaciones deberá suscribirse a las notificaciones de este procedimiento "COMUNICACIÓN DE EMPRESA DE SERVICIOS EN MATERIA DE INDUSTRIA", y consultar las notificaciones accediendo a: <a href="https://www.ae.jcyl.es/notifica/">https://www.ae.jcyl.es/notifica/</a> Sólo se podrá acceder a la notificación a través del sistema CI@ve (<a href="https://clave.gob.es/">https://clave.gob.es/</a>) o cualquier certificado reconocido por esta Administración. En caso de no estar suscrito al procedimiento en el momento de realizar una notificación, se le dará de alta de oficio con los datos facilitados en este apartado.</p> <p>De conformidad con el artículo 43 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas la notificación se hará por medios electrónicos para los sujetos obligados según el artículo 14.2 de la Ley o para los interesados que expresamente lo elijan mediante la inclusión de su correo electrónico en la solicitud. La notificación se efectuará por el sistema de "notificación por comparecencia electrónica", que permite al interesado acceder al contenido del acto o resolución, previa remisión de un aviso en el que se le informa de la puesta a disposición de una notificación en la sede electrónica, así como de que si en el plazo de diez días naturales desde la puesta a disposición no accede a su contenido, se entenderá rechazada, entendiéndose cumplida la obligación de notificar en virtud de lo dispuesto en el apartado 3 del referido artículo 43.</p>					

**A/A. Jefe/a del Servicio Territorial De Industria, Comercio y Economía de \_\_\_\_\_**



# Junta de Castilla y León

Consejería de Empleo e Industria  
Dirección General de Industria

D/D<sup>a</sup> \_\_\_\_\_  
con DNI \_\_\_\_\_,

**DECLARA** bajo su responsabilidad:

1. Que tiene la titulación universitaria siguiente:

Titulación	Universidad

2. Que se encuentra colegiado/a en el Colegio Oficial siguiente:

Nº colegiado	Colegio Oficial

3. Que no se encuentra inhabilitado/a para el ejercicio de la profesión.

4. Que dispone de un seguro de responsabilidad profesional por un importe mínimo de 1 millón de euros por siniestro, para responder de los posibles daños causados por su desempeño profesional dentro del ámbito de aplicación de la Ley 21/1992, de 16 de julio, y de la Ley 6/2014, de 12 de septiembre, mediante:

- Seguro colectivo del Colegio Profesional \_\_\_\_\_
- Seguro colectivo de la Empresa \_\_\_\_\_
- Seguro individual

Los datos de los seguros son los siguientes:

Importe asegurado por siniestro	Nº Póliza:
Aseguradora:	Ámbito territorial:
Persona asegurada:	Tomador:
Objeto del seguro:	

Importe asegurado por siniestro	Nº Póliza:
Aseguradora:	Ámbito territorial:
Persona asegurada:	Tomador:
Objeto del seguro:	

5. Que conoce y asume la responsabilidad civil derivada del ejercicio de actividad profesional de proyectista y director de obra, y se compromete a mantener el cumplimiento de los requisitos exigidos durante la vigencia de la actividad, así como a cumplir con las normas y requisitos que se establezcan en los correspondientes reglamentos o normas reguladoras y, en su caso, en las respectivas instrucciones técnicas y órdenes de desarrollo, así como cumpliendo con las disposiciones establecidas por la Comunidad de Castilla y León.

6. Que los datos y manifestaciones que figuran en este documento son ciertos y que es conocedor de que la inexactitud, falsedad u omisión de los datos y manifestaciones de carácter esencial, determinará la imposibilidad de continuar con el ejercicio de la actividad afectada desde el momento en que se tenga constancia de tales hechos, sin perjuicio de las responsabilidades penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar.



# Junta de Castilla y León

Consejería de Empleo e Industria  
Dirección General de Industria

7. Cualquier hecho que suponga la modificación de alguno de los datos de carácter esencial incluidos en esta declaración, así como el cese de la actividad, deberá ser comunicado mediante una nueva declaración responsable a esta Administración, en el plazo de un mes.
8. De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 11 del Decreto 17/2021, de 26 de agosto, el Servicio Territorial competente en materia de industria realizará de oficio, la inscripción de los solicitantes en el Registro Industrial de Castilla y León. Dicha inscripción no supondrá un pronunciamiento favorable de la Administración sobre el cumplimiento de la normativa de aplicación, ni del cumplimiento de los procedimientos administrativos específicos de sus instalaciones o productos industriales.

*El/la declarante autoriza a la Consejería competente en materia de Industria para que obtenga de forma directa de los órganos competentes, mediante procedimientos telemáticos, datos relativos a su identidad (DNI) y titulación académica.*

En ..... a ..... de ..... de .....  
(FIRMA)

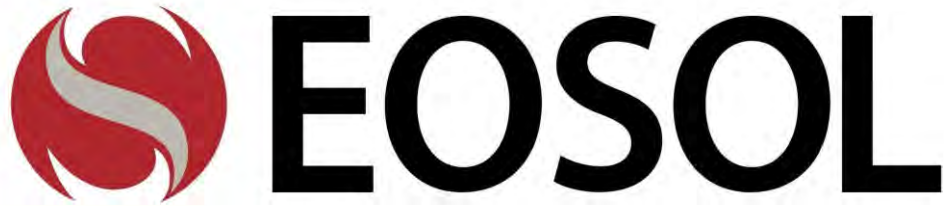
Fdo\*.: .....

Los datos de carácter personal facilitados en este formulario serán tratados por la Dirección General de Industria, con la finalidad de tramitar la inscripción en el Registro Industrial de Castilla y León (RICYL). El tratamiento de estos datos es necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público. Los datos no serán cedidos a terceros, salvo obligación legal, y no se prevé transferencia internacional de los mismos. Los derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación, portabilidad y oposición en los términos previstos en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, se podrán dirigir a la Dirección General de Industria (C/Jacinto Benavente 2, 47195 Arroyo de la Encomienda Valladolid), y al Delegado de Protección de Datos (Correo electrónico: [dpd.empleoeindustria@jcy.es](mailto:dpd.empleoeindustria@jcy.es)).

Asimismo, se podrá consultar la ficha informativa del Registro de Actividad en el portal [www.tramitacastillayleon.jcyl.es](http://www.tramitacastillayleon.jcyl.es), en el apartado de "Protección de los Datos de carácter Personal".

**A/A. Jefe/a del Servicio Territorial De Industria, Comercio y Economía de \_\_\_\_\_**

*\*Esta declaración responsable debe estar firmada por el proyectista y/o director de obra. En el caso de que la presente un representante deberá adjuntar como documentación anexa esta declaración firmada por el proyectista y/o director de obra.*



**ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO**  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

# ÍNDICE GENERAL

---

- PROYECTO DE EJECUCIÓN HIB BERMEJALES
- ANEXO I: ESTUDIO DE PRODUCCIÓN
- ANEXO II: PLANOS
- ANEXO III: MEMORIA RBDA
- ANEXO IV: HIBRIDACIÓN
- ANEXO V: PLIEGO DE CONDICIONES
- ANEXO VI: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ANEXO VII: PRESUPUESTO
- ANEXO VIII: GESTIÓN DE RESIDUOS



# EOSOL

---

**PROYECTO DE EJECUCIÓN**  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	11/08/2022
<b>Revisión</b>	3

# ÍNDICE

---

1	MEMORIA DESCRIPTIVA	4
1.1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	4
1.2	PETICIONARIO, PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN	5
1.3	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	5
1.4	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	6
1.4.1	ASPECTOS TEÓRICOS	7
1.4.2	PLANTA FOTOVOLTAICA	8
1.4.3	EVACUACIÓN	8
1.5	COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	9
1.5.1	COMPONENTES PLANTA FOTOVOLTAICA	9
1.5.2	COMPONENTES EVACUACIÓN LMT	9
1.6	REGLAMENTACIÓN	9
1.7	SOLUCIÓN ADOPTADA. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	11
1.7.1	CONFIGURACIÓN DE LOS BLOQUES DE LA PLANTA	18
1.7.2	PROTECCIONES	20
1.7.2.1	PROTECCIONES PARTE CORRIENTE CONTINUA	20
1.7.3	CABLEADO PARTE CONTINUA	21
1.7.4	CABLEADO PARTE ALTERNA	22
1.7.5	PUESTA A TIERRA	22
1.7.6	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	23
2	OBRA CIVIL	23
2.1	ESTRUCTURAS	23
2.2	CANALIZACIONES	23
2.3	VIALES INTERNOS	24
2.4	VALLADO PERIMETRAL	25
2.5	MOVIMIENTO DE TIERRAS	25
2.6	SISTEMA DE DRENAJE	25
2.7	EDIFICIO DE CONTROL	26

3	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	27
4	MEMORIA DE CÁLCULO	28
4.1	RADIACIÓN SOLAR	28
4.1.1	CÁLCULO DEL N.º DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	29
4.2	TOPOLOGÍA Y BLOQUES DE LA INSTALACIÓN	29
4.3	AGRUPACIÓN INVERSORES Y TRANSFORMADORES	31
4.4	DISPOSICIÓN FÍSICA Y SEPARACIÓN ENTRE FILAS DE PANELES	32
4.5	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES EN CORRIENTE CONTINUA	32
4.5.1	CRITERIO TÉRMICO	33
4.5.2	CRITERIO CAIDA DE TENSIÓN	34
4.5.3	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	35
4.6	CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES EN CORRIENTE ALTERNA BAJA TENSIÓN	36
4.6.1	CRITERIO TÉRMICO	36
4.6.2	CRITERIO CAIDA DE TENSIÓN	40
4.6.3	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	41
4.7	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA	41
4.8	DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	43
5	PLANOS	44
6	PRESUPUESTO	45



# 1 MEMORIA DESCRIPTIVA

---

## 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

### ANTECEDENTES

Un sistema fotovoltaico de conexión a red, es aquel que aprovecha la energía del sol para transformarla en energía eléctrica que cede a la red de distribución para que pueda ser consumida por cualquier usuario conectado a ella.

Durante los últimos años, en el campo de la actividad fotovoltaica, los sistemas de conexión a la red eléctrica constituyen la aplicación que mayor expansión ha experimentado. La extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y, por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

Hay que destacar la gran fiabilidad y larga duración de los sistemas fotovoltaicos. Por otra parte, no requieren apenas de mantenimiento y presentan una gran simplicidad y facilidad de instalación.

Por otro lado, la gran modularidad de estas instalaciones permite abordar proyectos de forma escalonada y adaptarse a las necesidades de cada usuario sea en función de sus necesidades o recursos económicos.

### OBJETO DEL PROYECTO

Se redacta el presente proyecto técnico para conseguir las autorizaciones administrativas de construcción y Licencia Municipal de Obras de una Planta de Hibridación Solar Fotovoltaica en el municipio de Alba de Tormes (Salamanca), conectada a la red eléctrica, de 2,87 MWp de potencia pico y 2,475 MW de potencia instalada, generada por el campo fotovoltaico, cuyo fin es la generación de energía eléctrica para complementar la producción del Parque Eólico Alba de Tormes, inyectando la energía en la subestación del PE Alba de Tormes. De esta manera aumentará la producción energética del conjunto utilizando la infraestructura de evacuación existente, con la condición de que la potencia generada por el conjunto de ambas instalaciones nunca sobrepase la potencia contratada del Parque Eólico Alba de Tormes, 4,5 MW, como se recoge en 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.

La instalación dispondrá de una línea de evacuación de media tensión subterránea que conectará el centro de transformación ubicado en la planta fotovoltaica con la subestación transformadora ubicada en el noreste de la planta fotovoltaica.

La superficie total ocupada por el proyecto será de 3,696 Ha, utilizando un total de 4.864 módulos fotovoltaicos.

El campo generador estará constituido por módulos de 590 Wp de potencia máxima (sin contar bifacialidad), agrupados en cadenas de treinta y dos (32) unidades en serie montadas sobre estructuras seguidoras este-oeste hincadas en el terreno.

En la planta de hibridación Alba de Tormes, se instalarán once (11) inversores de 225 kW a 40°C, que se conectarán a un (1) centro de transformación de 2750 kVA.

La disposición de los diferentes elementos dentro de la planta puede verse en el Plano "0101GCU00662-100-EOS-ELE-LAY-0001 Implantación general".

## 1.2 PETICIONARIO, PROMOTOR Y TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El peticionario, promotor y titular de la instalación es:

- Razón Social: Energía Eólica Gavia SL
- Domicilio Social: Calle Santa Lucia, 1 - K, Churriana de la vega, 18194 , Granada
- CIF: B98245293

## 1.3 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El terreno propuesto para instalación de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes se sitúa en el municipio de Alba de Tormes, concretamente al sur de la localidad Alba de Tormes.

La instalación ocupa una superficie total de 3,696 Ha.

Coordenadas geográficas:

- Latitud: 40,804765°
- Longitud: -5,498576°
- Altitud: 835 m sobre el nivel del mar.

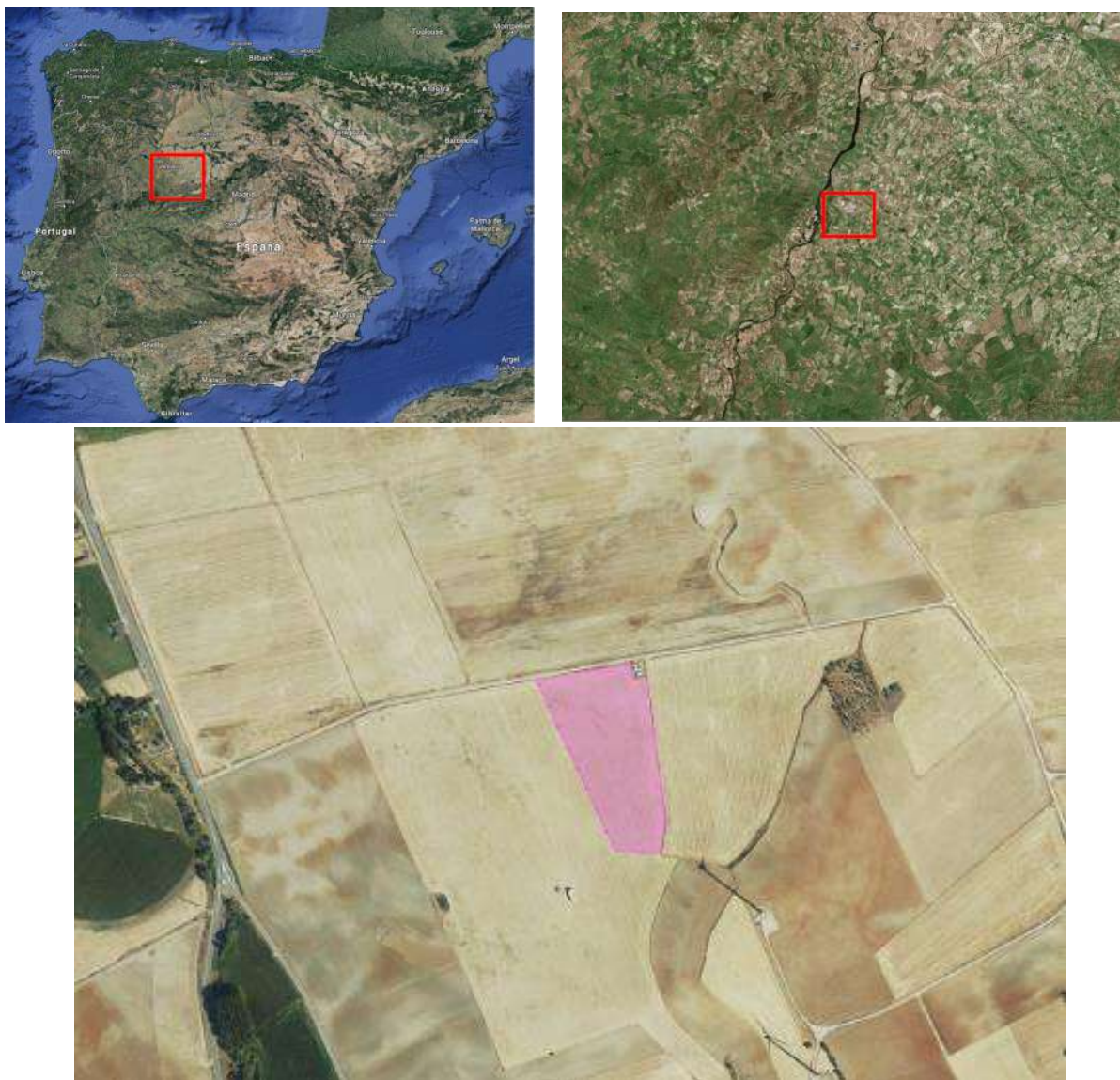


Ilustración 1. Situación

Se recomienda ver plano: "0101GCU00662-100-EOS-CIV-LAY-0001 Situación y emplazamiento"

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad que se desarrollará dentro de la instalación, es la generación de energía a través de la radiación solar como viene indicado en el RD 413/2014, categoría B.1.1.: "Instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica", y las condiciones para la hibridación con el parque eólico existente se recogen en el RD 24/2013 en los artículos 3 y 4.

Para ello la instalación constará de las siguientes partes: la planta fotovoltaica, un centro de transformación elevador y la línea de evacuación de media tensión que transporta la energía generada a la subestación del PE Alba de Tormes.

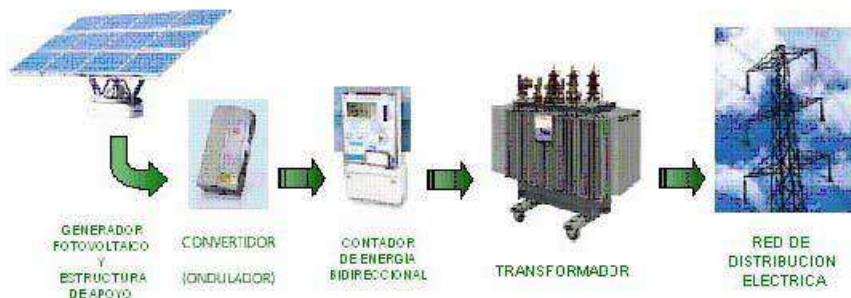
#### 1.4.1 ASPECTOS TEÓRICOS

Se entiende por energía solar fotovoltaica la transformación de los rayos del sol en energía eléctrica a partir de la utilización de las propiedades eléctricas de los materiales contenidos en las células solares.

Una instalación fotovoltaica es comparable a una pequeña central de producción eléctrica respetuosa con el medio ambiente, y no contaminante, que inyecta la corriente producida a la red eléctrica.

De manera simple, una instalación solar fotovoltaica conectada a la red tiene los siguientes componentes:

- Generador fotovoltaico
- Estructura de soporte del campo fotovoltaico
- Convertidor (inversor)
- Contador de energía y protecciones de interconexión
- Centro de transformación



El generador fotovoltaico está formado por un conjunto de módulos, instalados sobre estructuras metálicas.

Los convertidores (inversores) se instalan de forma modular. Se alimentan desde los módulos fotovoltaicos y se conectan a través de la subestación elevadora a la red, para inyectar directamente esta energía generada, sin ningún tipo de acumulación.

La hibridación consiste en la generación de energía utilizando dos o más fuentes diferentes, en el caso presente fotovoltaica y eólica, compartiendo un mismo punto de conexión. Permite el incremento de la producción de energía y la optimización del uso de la red

gracias a la complementariedad de las curvas de carga. Al coexistir dos fuentes, cuando una se encuentra inactiva o en baja producción, se puede producir con la otra: una planta de generación híbrida puede servirse de la energía fotovoltaica cuando el sol brilla y generar energía eólica cuando no lo haga, garantizando así un suministro más estable y eficiente.

El sistema híbrido supone, además, un ahorro económico al reducir las inversiones en red y optimizar recursos, personales y de infraestructura. Igualmente se agilizan los plazos de conexión y la puesta en marcha de las nuevas plantas, al no requerirse un nuevo punto de acceso.

Siendo un país pionero en este ámbito, España ha implementado recientemente un marco normativo sobre la producción de energía eléctrica mediante sistemas híbridos. En primer lugar, a través del Real Decreto-Ley 23/2020, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. Por otro lado, el Real Decreto 1183/2020, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Y, además, en la Circular 1/2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y de la Competencia, sobre 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.

#### 1.4.2 PLANTA FOTOVOLTAICA

Planta donde se realiza la generación de energía mediante la radiación solar, para ello se dispone de módulos fotovoltaicos conectados a inversores para realizar la transformación de corriente continua (CC) a alterna (CA). De aquí se genera la energía que es llevada a la subestación elevadora, para elevar la tensión y proceder a su evacuación.

Para la generación de energía se dispone de una superficie de 3,696 Ha con un total de 4.864 módulos fotovoltaicos, de esta manera se consigue alcanzar la potencia pico en planta requerida.

La presente instalación fotovoltaica será llevada a cabo mediante módulos bifaciales que irán montados sobre las estructuras seguidoras que se describen más adelante.

#### 1.4.3 EVACUACIÓN

Una vez se tiene la media tensión se conectará con la subestación del PE Alba de Tormes. El punto de interconexión con la subestación del PE Alba de Tormes está ubicado al noreste de la planta fotovoltaica. Las líneas de media tensión estarán formadas por tres ternas de cable unipolares con aislamiento XLPE RH5Z1 y disposición en tresbolillo, que quedarán soterrados a una profundidad mínima de 1 m.

La longitud de la evacuación desde la planta fotovoltaica hasta el punto de interconexión con la subestación del PE Alba de Tormes es de 45,87 m aproximadamente.

## 1.5 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes en cada una de sus tres partes:

### 1.5.1 COMPONENTES PLANTA FOTOVOLTAICA

La planta fotovoltaica dispone de los siguientes componentes:

- Centro de transformación 1 ud
- Inversores de string 11 uds
- Módulos Fotovoltaicos 4.864 uds

### 1.5.2 COMPONENTES EVACUACIÓN LMT

La línea de evacuación se compone de los siguientes materiales:

- Cable XLPE RH5Z1 3 conductores de aluminio de 46 m
- Sección del Cable XLPE RH5Z1 35 mm<sup>2</sup>

La interconexión con la subestación del PE Alba de Tormes se describe detalladamente en el Anexo IV Hibridación.

## 1.6 REGLAMENTACIÓN

La normativa aplicada a este proyecto son las siguientes:

- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 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.
- Código técnico de edificación.
- Real Decreto 647/2011, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética.
- Real Decreto 1544/2011 sobre tarifas de acceso a productores, en régimen ordinario y especial.
- R.D. 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de energía eléctrica en régimen especial.

- Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación.
- R.D. 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.
- Resolución de 23 de febrero de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad C.S.E.).
- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por R.D. de 12 de marzo de 1.954 con las correspondientes modificaciones hasta la fecha.
- R.D. 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 IIC LAT 01 a 09.
- Ley de ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ley de Prevención de riesgos Laborales.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.

## 1.7 SOLUCIÓN ADOPTADA. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El diseño de la instalación fotovoltaica es la siguiente:

### MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- **POTENCIA A INSTALAR**

La potencia pico a instalar en la planta es de 2,87 MWp y una potencia de 2,475 MW instalados en inversores a 40°C. Para ello se instalan 4.864 paneles de 590 Wp cada uno.

- **ELECCIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO**

Para la elección del panel fotovoltaico se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:



- **Potencia:** Al tratarse de una instalación de gran tamaño, es aconsejable colocar paneles con la mayor potencia pico posible, dentro de las posibilidades que el mercado ofrezca.
- **Eficiencia:** Se define como eficiencia el cociente de la potencia generada por el panel entre la potencia irradiada sobre su superficie, en condiciones determinadas. Este factor resulta determinante a la hora de disminuir la superficie necesaria para alcanzar la potencia exigida. De esta manera se consigue disminuir el costo de la instalación, ya que se disminuye la cantidad de estructuras, cableado, canalización... necesarios. Además, se disminuye la pérdida por efecto Joule en los cableados.
- **Precio:** Vendrá determinado por el costo de los paneles por W pico.
- **Disponibilidad comercial:** dentro de este parámetro se tiene en cuenta la posibilidad de disponer de varios proveedores para así disponer de margen de maniobra con los factores como plazos de entrega, comparación de precios y ofertas disponibles.
- **Otros parámetros técnicos:** Parámetros a tener en cuenta, por ejemplo, pérdida de eficiencia de los paneles en función de la temperatura de trabajo debido a que cuando más producen las instalaciones es cuando más irradiación reciben del sol, por tanto, cuando van a estar sometidos a mayor temperatura. Otro aspecto es la pérdida de características con el paso de los años, este tipo de instalaciones requieren fuertes inversiones iniciales, que solo pueden ser viables por la durabilidad de los elementos de la instalación durante periodos de tiempo suficientes para que la inversión sea rentable.
- **Referencias del fabricante:** Cuanta más información técnica se pueda obtener del fabricante, mayor capacidad para diseñar la planta que cumpla las exigencias requeridas. También es recomendable, en menor grado, la utilización de información que proviene del sector (proveedores, industrias...).

Los módulos elegidos para este proyecto son los siguientes: **Trina Solar Vertex TSM-DEG20C.20 Bifacial**. Sus características son las siguientes:

- Potencia nominal: 590W
- Tensión de operación óptima ( $V_{mp}$ ): 34,2 V
- Corriente de operación óptima ( $I_{mp}$ ): 17,25 A
- Tensión de circuito abierto ( $V_{oc}$ ): 41,3 V
- Corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ): 18,31 A
- Tensión máxima del sistema: 1500 V (DC)
- Rango de temperatura  $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$
- Eficiencia del módulo: 20,8 %

- Dimensiones: 2.172 x 1.303 x 40 mm
- Peso: 35,3 kg



**Ilustración 2. Módulo Trina Solar Vertex TSM-DEG20C.20**

Los módulos fotovoltaicos irán conectados en series de 32 unidades por cada string, conectándose 13 o 14 strings en paralelo en cada inversor.

## **ESTRUCTURA DE SOPORTE**

La estructura tiene un sistema de seguimiento horizontal a un eje con filas individuales y un rango de rotación de 120°. El fabricante escogido para la fabricación de las estructuras es Soltec. Se instalarán estructuras de dos tamaños, 2V32 que soportarán dos strings cada una y 2V16 que soportarán un string cada una.

Características de la estructura:

- Dimensiones estructura seguidora (2V32):
  - Largo: 39,44 m aprox.
  - Ancho: 4,35 m aprox.
  - Altura: 4,10 m aprox.
  - Inclinación:  $\pm 60^\circ$
- Dimensiones estructura seguidora (2V16):
  - Largo: 19,72 m aprox.
  - Ancho: 4,35 m aprox.
  - Altura: 4,10 m aprox.
  - Inclinación:  $\pm 60^\circ$

- Eurocódigo como Standard. Adaptable a regulación local: EC, ASCE, CFE, NCH, AS, NZS, SANS.
- Especificaciones mecánicas:
- Velocidad máxima viento: Según normativa local
- Materiales: Acero galvanizado
- Tornillería: Acero de calidad 10.9 y 8.8 con Zinc níquel o Geomet Grado B (ISO 9227)
- Fijación a módulos: unión atornillada, remache o grapas.
- La cimentación se realizará mediante hinca directa en el terreno.



Ilustración 3. Estructura soporte

La distribución de cada tipo de estructura se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1. Tipologías de estructura

Tipo de Estructura	Strings por estructura	Cantidad de estructuras
2V32	2	72
2V16	1	8

La estructura metálica al estar hincada directamente al terreno está puesta a tierra por su propio sistema de instalación. Para garantizar el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto y no dar lugar a situaciones peligrosas eléctricas, todas las estructuras se conectarán a la malla de tierra de la planta, mediante unión mecánica con cable de cobre desnudo. Además, las estructuras contiguas se unirán entre si con cable aislado.

## INVERSOR STRING

Es el elemento que transforma la CC generada por los paneles a CA a 50Hz para poder ser inyectada a la red. Para la elección del inversor se ha seguido los mismos parámetros que en la elección de los paneles fotovoltaicos.

- **Potencia:** Este parámetro determina el número de inversores mínimo necesario para la transformación de la energía generada en las placas fotovoltaicas. Por lo que determinando la potencia máxima que es capaz de transformar de CC a CA.
- **Eficiencia:** La eficiencia del inversor es la relación de la potencia alterna que el inversor inyecta (salida) en red entre la potencia continua que entra en el inversor. Cuando se instala el mínimo de inversores, es decir una mayor cantidad de placas por strings (Placas conectadas en paralelo), estos tienen una mayor eficiencia, ya que disminuye la pérdida en la transformación de potencia continua a potencia alterna. El problema de este caso es la disminución de eficiencia del sistema cuando una (o más) de las placas disminuye su generación de potencia continua (Sea por motivos de sombra, suciedad, fallos internos del panel...), entonces el inversor se ve limitado a operar con la capacidad del panel que menor potencia está generando. Esto genera una elevada disminución de la eficiencia del inversor y mayor dificultad de identificación del fallo.
- **Precio:** El precio de cada inversor afectará en la relación del coste de inversión y la eficiencia de la planta.
- **Disponibilidad comercial:** Los parámetros importantes de esta característica son los plazos de entrega del producto, como en los módulos fotovoltaicos, además de la asistencia técnica que nos pueda suministrar. Dado que se trata de un elemento crítico, la asistencia técnica es el factor más importante a tener en cuenta.
- **Otros parámetros técnicos:** Se han tenido en cuenta otros parámetros técnicos para la selección de los inversores, esto son los de mayor importancia:
  - **Rango de tensión de entrada:** Se debe dimensionar correctamente (Cantidad de paneles por strings) para que el inversor pueda siempre funcionar en el punto de máxima potencia.
  - **Reducción por temperatura:** Muestra como el inversor disminuye la potencia capaz de transformar en función de la temperatura a la que opera. Para disminuir esta pérdida los inversores disponen de sistemas para proteger los semiconductores de potencia.
  - **Dispositivos adicionales de monitorización y protección:** La mayoría de fabricantes ofrecen la opción de añadir complementos al inversor, de esta manera se mejoran las prestaciones. Se estudia la posibilidad de integrar estos complementos con el fin de disminuir costes, proteger el equipo en caso de accidente, facilitar la instalación...

Los inversores escogidos para este proyecto son el modelo **SG250HX** de la marca **SUNGROW**.  
A continuación, se detallan sus principales características:

Datos de entrada:

- Tensión máxima de entrada: 1.500V<sub>DC</sub>
- Número de entradas DC: 24
- Rango de tensión MPPT: 600 V - 1.500 V
- Rango de tensión MPPT para potencia nominal: 860 V - 1.300 V
- Corriente máxima DC: 360 A
- Corriente de cortocircuito máxima: 600 A

Datos de salida (para un inversor):

- Potencia nominal de salida (50°C): 200 kW
- Potencia nominal de salida (40°C): 225 kW
- Potencia nominal de salida (30°C): 250 kW
- Corriente de salida nominal CA: 180,5 A
- Rango tensión de salida: 680 - 880 Vac, 50 Hz

Datos generales:

- Dimensiones: 1.051 x 660 x 363 mm
- Peso: 99 kg
- Máxima altitud de funcionamiento 5.000 m
- Humedad relativa: 0 ~ 100%
- Rendimiento máximo: 99,00 %
- Rendimiento europeo: 98,80 %

El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor, será de 11 unidades de 225 kW nominales a 40°C, que a su vez irán conectando a un total de 152 strings de 32 módulos en serie.



Ilustración 4. Inversor Sungrow SG250HX

## CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación de media tensión escogido para este proyecto se trata del modelo **PFU-5 2750KVA** de la marca **Ormazabal**, o similar.

En la presente instalación fotovoltaica se instalarán un transformador de MT/BT para adaptar la tensión de salida de los inversores a la tensión nominal de la red de la instalación, tendrá una potencia nominal de 2.750 kVA y una relación de transformación 20/0,8 kV.

El transformador estará diseñado de forma que sea capaz de soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito externo. Para la determinación de los esfuerzos mecánicos en condiciones de cortocircuito, el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito inicial se calculará de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 60076-5.

Las conexiones se realizarán mediante tornillos. Además, el transformador dispondrá de bornas de puesta a tierra adecuadas para conectar un cable de cobre de 30 mm<sup>2</sup> de sección o sección similar.

En las mismas plataformas que alberguen los transformadores se instalarán las correspondientes celdas MT, compuestas por un conjunto de celdas 1L1P con envolvente metálica de acuerdo a la IEC 62271-200, conteniendo toda la aparamenta de corte y protección en atmósfera de SF<sub>6</sub>. Estas celdas incluirán una posición de protección de transformador equipada con interruptor automático.

Las celdas MT incluirán dos posiciones de línea con interruptor-seccionador de tres posiciones (abierto, cerrado y puesto a tierra). Las celdas dispondrán de pasatapas para conectores

enchufables y un captador capacitivo de tensión (con indicador luminoso) en todas las posiciones con el fin de verificar la presencia de tensión y la secuencia de fases.

Los cubículos de cables dispondrán de abrazaderas para la sujeción de los mismos, evitando que los conectores soporten ningún peso.

La celda tendrá una intensidad nominal de 1100 A y soportará una intensidad eficaz de corta duración (1 s) de 32 kA, con una tensión nominal asignada de 24 kV.

A continuación, se resumen sus principales características:

Tabla 2. Características eléctricas CT

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	Valor	Unidad
Ratio de potencia	2.750	kVA
Media Tensión	20	kV
Baja Tensión	800	V
Temperatura ambiente de funcionamiento	(-20/+50)	°C

En la siguiente tabla se pueden ver las especificaciones generales del transformador MT:

Tabla 3. Especificaciones generales CT

ESPECIFICACIONES GENERALES	Valor	Unidad
Dimensiones	6.080 x 2.380 x 2.585	mm
Máxima altitud de operación	2.000	m
Humedad relativa	4 a 95	%
Peso	<10	Tn

### 1.7.1 CONFIGURACIÓN DE LOS BLOQUES DE LA PLANTA

Se ha diseñado los bloques de la planta de la siguiente manera:

#### AGRUPACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS POR STRING

Esta agrupación se realiza para adaptar los niveles de tensión de los paneles fotovoltaicos al rango de tensiones de trabajo del inversor.

Se ha calculado el número de paneles que se colocan en serie dentro de cada string, para ello se tiene en cuenta la curva característica I-V del panel seleccionado, buscando de esta manera que todos los paneles trabajen todo el rato a máxima potencia.

Así pues, para el panel elegido la tensión en el punto de máxima potencia en condiciones nominales es de 34,2 voltios. Esta tensión dista mucho de la tensión mínima de trabajo de los inversores para garantizar el funcionamiento en el PMP (punto de máxima potencia, MPPT sus siglas en inglés). Ello significa que deberemos agrupar en serie paneles fotovoltaicos para aumentar la tensión de entrada al inversor.

Para este proyecto el número elegido de paneles en serie para atacar a los inversores es de 32. A esta serie de 32 paneles fotovoltaicos le denominaremos en adelante "string".

En condiciones nominales, la tensión de entrada en los inversores será de 1.094,4 voltios, funcionando los paneles fotovoltaicos en su punto de máxima potencia. Esta tensión se encuentra dentro de la ventana MPPT del inversor.

Tabla 4. Agrupación de paneles en string

<b>Características de un panel</b>				
Potencia pico	I cc	Imáx pot	U circ abierto	U máx pot
Wattios pico	Amperios	Amperios	Voltios	Voltios
590	18,31	17,25	41,3	34,2
<b>COMBINACIÓN DE PANELES EN SERIE</b>				
Nº de paneles en serie	I cc	Imáx pot	U circ abierto	U máx pot
32	18,31	17,25	1.321,6	1.094,4

Además, para cumplir con la ITC-FV-03 se calculan la tensión de punto de máxima potencia y de circuito abierto de el generador para las condiciones de ambiente que resultan en la tensión máxima (100 W/m<sup>2</sup> y -4,9°C) y en la tensión mínima (1000 W/m<sup>2</sup> y 37,3°C).

<b>CONDICIONES DE TENSIÓN MÁXIMA</b>			
U circ abierto (PANEL)	U circ abierto (STRING)	U máx pot (PANEL)	U máx pot (STRING)
44,39	1.420,48	34,3	1.097,6
<b>CONDICIONES DE TENSIÓN MÍNIMA</b>			
U circ abierto (PANEL)	U circ abierto (STRING)	U máx pot (PANEL)	U máx pot (STRING)
40,03	1.280,96	30,69	982,08

Como se observa en los resultados, para las condiciones de (100 W/m<sup>2</sup> y -4,9°C) la tensión es de 1.420,48V siendo inferior a los 1500V máximos del inversor. Y además, para las



condiciones de (1000 W/m<sup>2</sup> y 37,3°C) la tensión es de 982,08V siendo esta superior a la tensión mínima de arranque de 860V.

### **AGRUPACIÓN EN PARALELO DE STRINGS.**

Ya conocemos el diseño del número de paneles de los que se compone cada string, el siguiente paso es diseñar el número de strings en paralelo que se van a unir para conectarlos a cada inversor.

Sabiendo que la potencia nominal de cada string es de 18,88 kW y los inversores tienen una potencia nominal de 225 kW a 40°C y una potencia activa máxima de 250 kVA, colocamos hasta 14 strings en paralelo a cada inversor. Los inversores SUNGROW SG250HX tienen un total de 24 entradas, por lo tanto, serán compatibles con la configuración propuesta.

### **AGRUPACIÓN DE INVERSORES Y TRANSFORMADORES**

Debido a la potencia de la instalación, la evacuación de la energía generada se realiza mediante una red de media tensión subterránea.

En primer lugar, se transforma la corriente continua generada por las placas fotovoltaicas en corriente alterna de baja tensión (800 Vac). Este proceso es realizado en los inversores string. Posteriormente, se transporta esa corriente de baja tensión a un centro de transformación, donde se eleva la tensión a 20 kV. Finalmente, se conectará la salida en media tensión con la línea de evacuación del Parque Eólico Alba de Tormes, que a su vez se conecta a la red de distribución de media tensión.

#### **1.7.2 PROTECCIONES**

Dentro de este apartado se realiza la descripción de los sistemas de protección que se han designado para que la planta opere con la máxima seguridad.

##### **1.7.2.1 PROTECCIONES PARTE CORRIENTE CONTINUA**

#### **LADO DC INVERSOR DE STRING.**

Los inversores de string son los encargados de conectar en paralelo los strings.

La corriente generada por cada uno de los paneles tiene un valor de corriente de cortocircuito muy cercana a la corriente del punto máximo potencia, es decir, en caso de que un string aislado se cortocircuitara no existiría riesgo de generación de corrientes peligrosas.

En este caso, el inversor de string cuenta con dos entradas por cada mppt lo que hace que en caso de producirse un cortocircuito y de acuerdo con IEC 61730 y 62548, la tolerancia de

corriente inversa del módulo debe cumplir 1,35 veces la corriente nominal del dispositivo de protección, lo que hace que no sea necesaria la utilización de fusibles en el lado DC.

Por otro lado, el inversor cuenta en la entrada DC con protección contra sobretensiones.

## VIGILANTE DE AISLAMIENTO

El sistema de placas fotovoltaicas se trata de un sistema tipo IT, sistema compuesto por conductores activos de los paneles (Terminales positivo y negativo) que están aislados de tierra. Las masas metálicas del sistema están conectadas a una única tierra de acuerdo al artículo 12 del RD 1663/2000.

Utilizando este sistema se consigue que no circule corriente en caso de un fallo del aislamiento del sistema. Así se evitan diferencias potenciales entre distintas masas de la instalación, sin embargo, este primer fallo referencia respecto a tierra las tensiones de los terminales activos de los generadores fotovoltaicos. El potencial de tierra estará situado en algún punto entre los potenciales de los terminales positivo y negativo de la parte de continua.

En esta nueva situación, un segundo fallo de aislamiento sí que provocará circulaciones de corriente y posibles diferencias de potenciales entre masas accesibles y tierra. Por ello se utilizan vigilantes de aislamiento, cuya función es detectar el primer fallo que se produzca, y actuar desconectando esa parte de la instalación.

Para evitar el fallo comentado se opta por colocar un vigilante de aislamiento por cada inversor. Escogiendo este dimensionamiento se colocará un elemento de corte para cada vigilante de aislamiento.

### 1.7.3 CABLEADO PARTE CONTINUA

A continuación, se detalla el cableado seleccionado para la instalación en su parte de corriente continua.

El tramo es el cableado desde los string hasta los inversores de string. El cableado dentro de cada string viene determinado por la caída de tensión, ya que al estar en serie la corriente de todos los módulos fotovoltaicos es igual. La sección válida según la memoria de cálculo es de 6 mm<sup>2</sup> (ver apartado 5.5 Cálculo de la sección de conductores en corriente continua), de cobre y aislamiento XLPE, para la parte desde los strings hasta la entrada del inversor. El cable seleccionado para este nivel podrá ser EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC del fabricante General Cable o similar.

#### 1.7.4 CABLEADO PARTE ALTERNA

El cableado de la parte de alterna incluye los tramos que van desde la salida de los inversores de string hasta el centro de transformación y posteriormente desde el centro de transformación hasta el punto de interconexión con la línea de evacuación del Parque Eólico Alba de Tormes. La tensión que se tiene es de 800 V trifásica a 50 Hz. La corriente máxima de salida de cada inversor es de 134,9 A, esto significa que la corriente que circulará será inferior, pero se dimensiona para cuando la planta está a máximo rendimiento. El cableado correspondiente al tramo entre el inversor y el centro de transformación será de sección de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio y aislamiento XLPE. El cable seleccionado para este nivel podrá ser TOP SOLAR PV AL 1500V 1,5/1,5kV (1,8) kV DC del fabricante Top cable o similar.

La sección válida para las líneas de media tensión que unen el centro de transformación con la línea de evacuación del Parque Eólico Alba de Tormes, es de 35 mm<sup>2</sup>, de aluminio y aislamiento XLPE RH5Z1 para cada fase. Para más detalle ver apartado 5.6.1 y 5.6.2

#### 1.7.5 PUESTA A TIERRA

Se unirán al sistema de tierras las partes metálicas de las estructuras, así como las carcasas de los inversores y todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación. Esta red de tierras será independiente de la tierra del neutro del transformador, así como de la de protección del centro de transformación.

La descripción de la red de tierras es la siguiente:

- Un hilo de cobre desnudo de 16 mm<sup>2</sup> de sección servirá de conexión equipotencial entre las estructuras seguidoras de una misma fila. Un hilo de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección discurrirá siguiendo el trazado de las zanjas de corriente continua. A este hilo se conectarán, en diferentes puntos y mediante cable aislado de las mismas características indicadas, las estructuras soportes de los módulos, así como todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación. Finalmente, un hilo de cobre desnudo, de 50 mm<sup>2</sup> de sección, discurrirá a lo largo de las zanjas de corriente alterna de media tensión. Estos dos últimos se instalarán a la misma profundidad en la que se encuentran los cables de potencia.
- En cada una de las once Power Station, se deberá instalar un anillo perimetral de red de tierras de 50 mm<sup>2</sup> un metro separado del perímetro de las Power Station rodeando a las mismas. En cada uno de los 4 vértices del anillo perimetral de se instalará 1 pica de puesta a tierra con 2 metros de longitud y un diámetro de 16mm<sup>2</sup>.
- En cada centro de transformación, se dispondrá de una arqueta de verificación de tierras.
- El vigilante permanente de aislamiento se debe conectar a la misma tierra de referencia que las estructuras de los paneles, por lo que se deberá unir a la misma conexión equipotencial que todas las tierras comentadas anteriormente. Ante la

detección de un fallo de aislamiento, el circuito de control debe cumplir las siguientes funciones:

- Debe generar una señal de alarma tanto visual como acústica, de manera que el personal de mantenimiento esté avisado de la situación de peligro.
- Debe cortocircuitar los polos positivo y negativo para forzar una tensión nula en el generador fotovoltaico.

#### 1.7.6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para la potencia instalada en nuestro proyecto es necesario que la instalación disponga de 1 Power Station. El bloque dispondrá de los siguientes elementos:

- 1 transformador de 2750 kVA.
- Celdas de media tensión, según indique o aconseje el fabricante seleccionado (las denominadas como celda de entrada, celda de salida y celda de protección).
- Contenedor prefabricado para ubicar los elementos mencionados. De esta manera evitamos el colocar edificios prefabricados de hormigón, ahorrando en costes y dejando posibilidad a moverlo en caso de tener que redistribuir el espacio. En el caso de los prefabricados sería un proceso más difícil y costoso. Este contenedor debe estar equipado con ventilación para los equipos.

En caso de colocar los equipos a la intemperie, se debe de considerar una categoría de corrosividad acorde a las condiciones de ambiente y del terreno, por lo que los sistemas de protección contra la corrosión deberán garantizar la protección en esta categoría.

## 2 OBRA CIVIL

---

La obra civil necesaria para ejecutar esta instalación consiste fundamentalmente en las siguientes operaciones:

### 2.1 ESTRUCTURAS

Las estructuras serán hincadas directamente en el terreno, pudiendo aplicarse otras posibles soluciones dependiendo de las características del terreno.

### 2.2 CANALIZACIONES

Las canalizaciones de los cables de string se colocan bajo tubos.

En cuanto a las canalizaciones AC cabe diferenciar entre las correspondientes a alta tensión y las correspondientes a baja tensión.

Para el caso de alta tensión, los conductores se colocarán directamente enterrados a una profundidad de 1 m. Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 120 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

En la línea de evacuación, al tratarse de un tramo de 48 metros de zanja, se colocará una arqueta A2 de salida del centro de transformación y otra arqueta A2 en la entrada del entronque con la SET.

## 2.3 VIALES INTERNOS

Se dispondrá de una red de viales internos para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes con un ancho mínimo de 4 m.

Su sección estará compuesta por una subbase de zahorra natural o material seleccionado de la zona de 0,20 m de espesor, debidamente compactada y una capa de rodadura de zahorra con un espesor de 0,10 m.

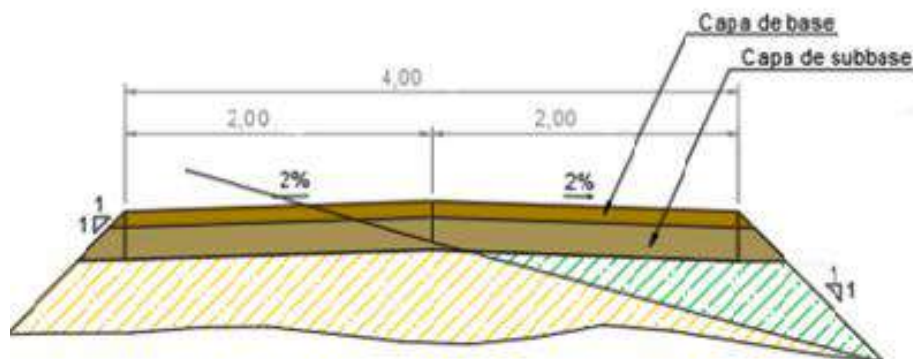


Ilustración 5. Sección tipo caminos

## 2.4 VALLADO PERIMETRAL

Se instalará un vallado perimetral compuesto por postes de acero galvanizado, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-15, de 0,3 x 0,3 m y 0,7 m de profundidad, la altura de los postes será de 2,9 m. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 30 postes lineales, se dispondrán postes de refuerzo.

El vallado será cinagético (o también conocido como maya anudada de serie ligera), que evitará colores brillantes o que produzcan reflejos. La malla será de tipo 40x40cm y tendrá 2,5 m de altura.

Se realizarán accesos a las plantas mediante cancelas de 6 m de anchura y 2,5 m de altura doble hoja, que podrán ser motorizadas, realizadas con tubo galvanizado de 50 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

## 2.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Los movimientos de tierra esperables debido a la implantación de los módulos fotovoltaicos serán nulos, ya que la pendiente máxima del terreno en la zona de los módulos es menor siempre a la máxima de montaje (17%).

## 2.6 SISTEMA DE DRENAJE

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

En caso de ser necesario, se llevará a cabo un estudio hidráulico que evite en la medida de lo posible, la entrada descontrolada de aguas provenientes de escorrentías de los terrenos adyacentes.

## 2.7 EDIFICIO DE CONTROL

Se realizará un edificio de control, de fábrica, con cubierta visitable, el cual contará con el número necesario de luminarias para conseguir un grado de iluminación mínimo de 200 lux. Las dimensiones mínimas del mismo serán de 7 x 9 m<sup>2</sup> útiles,

Se instalarán un mínimo de 3 tomas de corriente de 16 A para alimentación del sistema de seguridad y transmisión de datos. Se preverá la entrada de cables para el sistema de alumbrado, monitorización y sistema de seguridad. A tal efecto, se embeberán en el hormigón de la cimentación del edificio, tantos tubos, y de las dimensiones necesarias, como sean necesarios para permitir el paso de los mismos.

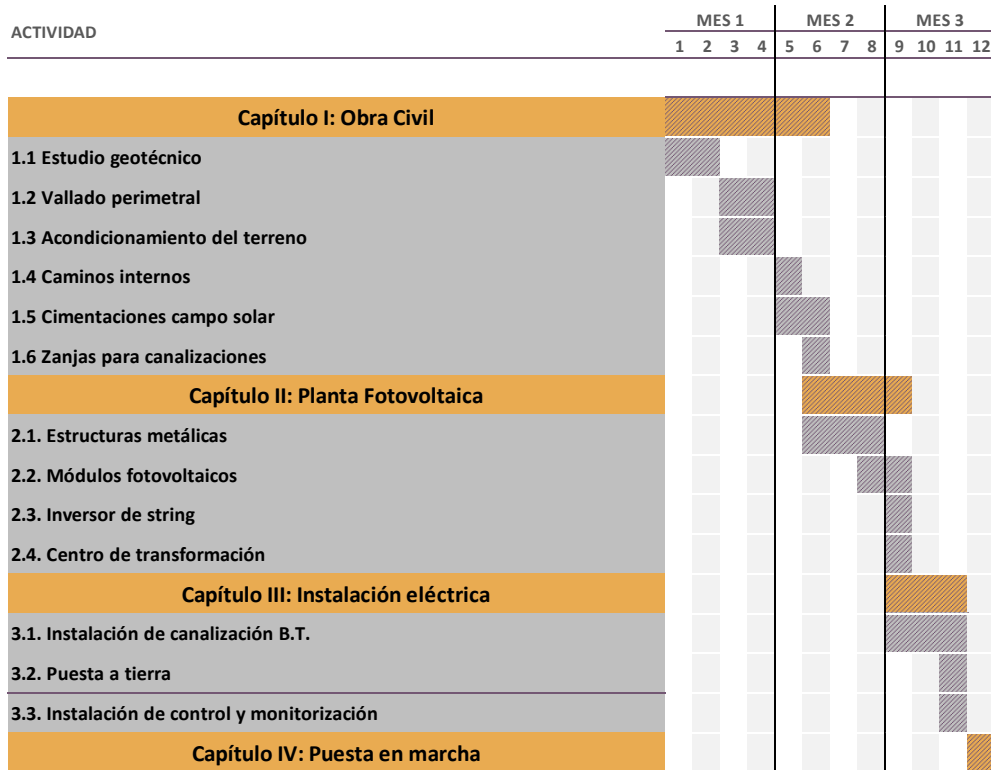
El edificio contará con un baño en el que el agua sanitaria que se utilizará para las duchas y lavabos, será suministrada por un depósito externo, a través de un sistema de tuberías de distribución, que estará presurizado por un grupo de presión de agua. Las aguas residuales se procesarán en una depuradora química de tierra que se instalará cerca del edificio, antes de llevarlas al vertedero.

Se asegurará en todo momento que el rango de temperaturas en el interior del edificio se mantenga dentro de valores que garanticen un confort térmico, instalándose equipos de aire acondicionado (frio/calor).

### 3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

## PSFV DE HIBRIDACIÓN ALBA DE TORMES

PSFVH ALBA DE TORMES 2,475 MW





## 4 MEMORIA DE CÁLCULO

Dentro de este apartado se procede a realizar la descripción justificativa de las soluciones adoptadas.

### 4.1 RADIACIÓN SOLAR

El diseño de la planta fotovoltaica se realiza en base a la radiación solar recibida y la demanda diaria de energía. La demanda de energía se calcula multiplicando la potencia eléctrica consumida por las horas de funcionamiento diario que va a tener el equipo.

Para ello es necesario cuantificar la potencia recibida por el sol y de esta manera calcular el número necesario de módulos fotovoltaicos y así sea igual la potencia consumida y la generada. Para cuantificar la potencia recibida del sol se calcula sobre la superficie horizontal (Terreno disponible), este dato se obtiene en kWh/(m<sup>2</sup>-día), las fuentes para la obtención de este dato son:

- Agencia Estatal De Meteorología (AEMET): Al no disponer de la gráfica de irradiación de Alba de Tormes (Salamanca), se escoge la gráfica de la capital de provincia como se muestra en la siguiente ilustración.

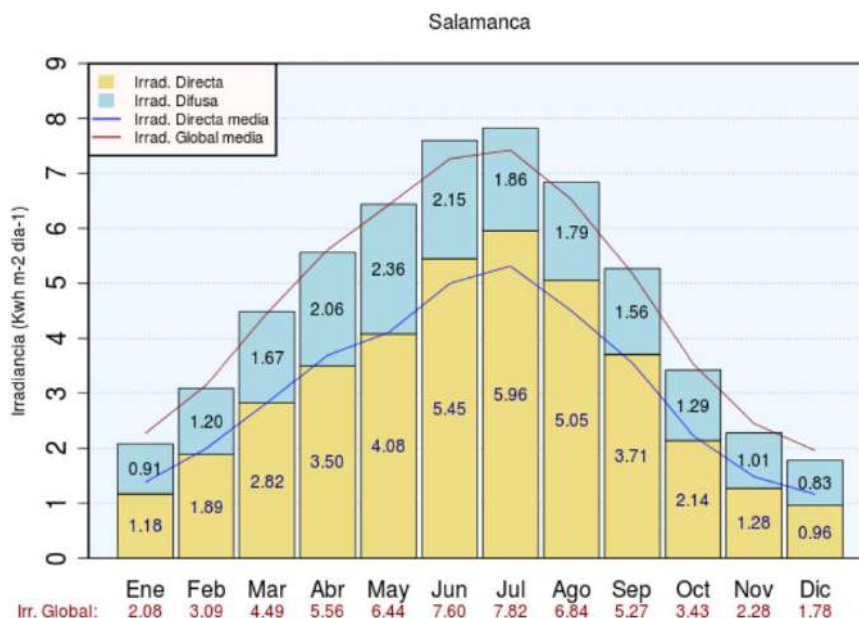


Ilustración 6

En este caso, el PV Syst trae incorporadas las siguientes bases de datos de donde se extra el dato de irradiación solar de forma más precisa, las bases de datos empleadas son las siguientes:

- Base del satélite Meteonorm.

#### 4.1.1 CÁLCULO DEL N.º DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Una vez se tiene la radiación solar cuantificada se puede proceder a determinar el n.º y tipo de placas que se van a seleccionar para satisfacer la demanda. Para ello, tenemos que tener en cuenta los siguientes factores que influirán en la conversión de energía en forma de irradiación a energía en forma de corriente.

#### 4.2 TOPOLOGÍA Y BLOQUES DE LA INSTALACIÓN

Dentro de este apartado se calcula la distribución y sistemas de conexión entre placas fotovoltaicas, strings, inversores y transformadores.

#### AGRUPACIÓN SERIE DE PANELES PARA FORMAR STRINGS

##### Número máximo de módulos por serie (string)

El número máximo de paneles colocados en serie para crear cada string está delimitado por la tensión máxima que admite el inversor a la entrada y la tensión en circuito abierto de los paneles fotovoltaicos.

$$Nm_{\max} = Um_{\max} \text{ inv} / Uoc$$

Siendo:

- $Nm_{\max}$ : Número máximo de paneles por string.
- $Um_{\max} \text{ inv}$ : Tensión de entrada máxima en el inversor.
- $Uoc$ : tensión en circuito abierto de los paneles fotovoltaicos.

Se tiene en cuenta la temperatura ambiente y  $Voc$  cogida a irradiancia de  $100W/m^2$ , en este caso la temperatura ambiente mínima según datos extraídos en Meteonorm es de  $-4,9^{\circ}C$  y la tensión de vacío del módulo a  $1000W/m^2$ , en condiciones STC, según ficha técnica es de  $41,3V$ .

- $V_{oc}$ :  $-0,25\%/^{\circ}C$

$$Uoc(-4,9^{\circ}C) = 41,3 * (1 + \frac{-0,25}{100} * (-4,9 - 25)) = 44,39 V$$

$$Nm_{\max} = Um_{\max} \text{ inv} / Uoc = 1500/44,39 \approx 33,79$$

Se pueden configurar strings de hasta 33 módulos.

#### Número mínimo de módulos por serie (string)

El número mínimo de módulos por serie está limitado por la tensión mínima de entrada al inversor en la que sigue la máxima potencia. El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico; que corresponde cuando la temperatura ambiente es máxima ( $\sim 37,3^{\circ}\text{C}$ ) y elevada irradiancia ( $\sim 1000 \text{ W/m}^2$ ) de acuerdo con datos climáticos extraídos de Meteonorm.

$$N = \frac{U_{mp,inv}}{U_{mp}(37,3^{\circ}\text{C})} = \frac{860\text{V}}{U_{mp}(37,3^{\circ}\text{C})_{min}}$$

Donde  $U_{mp}(37,3^{\circ}\text{C})$  se calcula como la tensión de la célula en condiciones ambientales de  $37,3^{\circ}\text{C}$ . En estas condiciones suponemos unas condiciones de irradiancia de  $1000 \text{ W/m}^2$ , por lo que la temperatura de la célula en esas condiciones de temperatura del ambiente e irradiancia tendrá una temperatura más elevada correspondiente al siguiente valor:

$$T_{cel} = T_{amb} + \frac{T_{ONC} - 20}{800} * Irradiancia = 37,3^{\circ}\text{C} + \frac{43^{\circ}\text{C} - 20}{800} * 1000 = 66,05^{\circ}\text{C}$$

La tensión por lo tanto a Temperatura ambiente de  $37,3^{\circ}\text{C}$  será

$$U_{mp}(37,3^{\circ}\text{C}) = U_{mp} * \left( 1 + \left( \frac{Coef U_{mp}}{100} \right) * (T_{cel} - 25) \right) = 34,2 * \left( 1 + \left( -\frac{0,25}{100} \right) * (66,05 - 25) \right) = 30,69\text{V}$$

$$N = \frac{U_{mp,inv}}{U_{mp}(37,3^{\circ}\text{C})} = \frac{860\text{V}}{30,69\text{V}_{min}} = 28,02 \text{ V}$$

De este modo, se obtiene que cada serie deba constar, con un mínimo de 29 módulos.

Por lo tanto, se han dimensionado los strings de **32 módulos**, cumpliendo así con ambas condiciones y optimizando la configuración de la planta.

Para comprobar si el número de paneles por string es posible que el inversor trabaje en el punto de máxima potencia se comprueba mediante esta ecuación:

$$U_{\text{máx inv}} < N_{\text{ps}} \cdot U_{\text{pmp}} < U_{\text{máx inv}} \rightarrow 860 \text{ V} < 1094,4 < 1300 \text{ V}$$

Siendo:

- $N_{\text{ps}}$ : Número de paneles por string.
- $U_{\text{pmp}}$ : Tensión en el punto de máxima potencia de un panel.
- $U_{\text{mín inv}}$ : Tensión mínima del inversor para efectuar el seguimiento de máxima potencia.
- $U_{\text{máx inv}}$ : Tensión máxima del inversor para efectuar el seguimiento de máxima potencia.

### AGRUPACIÓN EN PARALELO DE STRINGS PARA ATACAR A INVERSORES

Una vez está definido el número de paneles por strings, se procede al cálculo de agrupaciones de los strings que atacarán al inversor. Para ello dividimos la corriente máxima que es capaz de aguantar un inversor entre la corriente de cortocircuito de los módulos. Para ello se tienen en cuenta las condiciones de generador fotovoltaico a  $1000\text{W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $37,3^\circ\text{C}$ , debiendo ser menor que la intensidad máxima admisible por el inversor al que va conectado.

$$N_{\text{máx str}} = \frac{I_{\text{max inv}}}{I_{\text{sc mod}}} = \frac{360}{18,31} \approx 19$$

Siendo:

- $N_{\text{máx str}}$ : número máximo de strings en paralelo para atacar a un inversor.
- $I_{\text{max inv}}$ : Corriente máxima admisible por el inversor, calculada como corriente de cortocircuito admisible por MPPT por número de MPPTs (A).
- $I_{\text{sc mod}}$ : Corriente de cortocircuito del panel fotovoltaico (A).

El número máximo de strings por inversor será de 19. En la planta agruparemos 14 o 13 strings por inversor.

### 4.3 AGRUPACIÓN INVERSORES Y TRANSFORMADORES

Se van a usar un total de 8 inversores con una potencia de 225 kW nominales a  $40^\circ\text{C}$  para la instalación. La forma de disponerlos escogida es en 1 bloques de potencia con 11 inversores y 1 transformador. El transformador estará ubicado en un edificio prefabricado en el que también se ubicarán los elementos de protección de salida y entrada, vigilantes de aislamiento y servicios auxiliares.

#### 4.4 DISPOSICIÓN FÍSICA Y SEPARACIÓN ENTRE FILAS DE PANELES

Se ha seleccionado para este proyecto un pitch de 9 m, consiguiendo una distancia entre estructuras de 4,61 m. Esta distancia se ha escogido teniendo en cuenta la superficie disponible para la implantación y la minimización de proyecciones de sombras sobre los módulos. Para ello se ha utilizado el software PVsyst, cuyo informe de estudio de producción se puede consultar en el Anexo III, verificando que la separación entre estructuras permite unos datos de producción favorables.

La disposición elegida es situar filas de 2 paneles en vertical (2V), y la tabla siguiente muestra la distancia entre filas.

Tabla 5. Separación entre filas y paneles

Datos paneles y latitud		Disposición	Distancias	
Alto de estructura (m)	4,1	Paneles en altura	d (m)	Pitch (m)
Ancho de estructura (m)	4,39	2 paneles en vertical (2V)	4,61	9
Inclinación (°)	±60			
Latitud (°)	40,8			

Como se observa en el estudio de producción, el valor de Near Shading es mínimo. Para este caso, se garantiza que la proyección de sombras entre módulos fotovoltaicos es mínima. Además, los módulos fotovoltaicos disponen de diodos de bypass o protección que evitan en caso de sombreado de parte del módulo solar se produzcan resistencias o puntos calientes. Su funcionamiento es el siguiente:

En condiciones normales sin sombras en el panel, se crea una tensión de negativo a positivo en el diodo de bypass y por lo tanto el diodo no conduce la corriente.

En el caso que se produzca un sombreado parcial del módulo, parte de las células dejan de generar tensión y se comportan como una resistencia provocando una caída de tensión que invertirá la polaridad en el diodo, quedando abierto y permitiendo el paso de la corriente a través de él.

#### 4.5 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES EN CORRIENTE CONTINUA

El cableado de la parte de corriente continua que va desde los strings hasta los inversores se llevará directamente enterrado por zanjas a un metro de profundidad. Los cálculos de la corriente del cableado se realizan de acuerdo a la norma IEC-60364 y el Reglamento de Baja Tensión.

#### 4.5.1 CRITERIO TÉRMICO

Para el cálculo de la sección se tiene en cuenta el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que en su instrucción ITC-BT-40 dicta que el mínimo dimensionamiento del cableado debe ser el 125% de la intensidad que vaya a circular por el cableado.

#### CABLEADO DE STRING (DESDE STRING HASTA INVERSOR)

Se considera una temperatura ambiente de 45 °C para el cálculo y el dimensionamiento térmico.

Se elige el cable del fabricante General Cable, tipo "EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC" o similar.

La corriente de cortocircuito de una serie (con bifacialidad) es:

$$I_{sc} = 19,59 \text{ A.}$$

De acuerdo con lo especificado en la ITC-BT-40 para instalaciones generadoras, se adoptará un valor de intensidad un 25% superior a la citada, de tal manera que el valor resultante deberá ser inferior a la máxima admisible por el cable.

$$I_{sc} \text{ corregida} = 19,59 * 1,25 = 24,49 \text{ A}$$

Debe elegirse en principio un cable con una intensidad admisible superior al valor anterior. De acuerdo con IEC 61730 y 62548, la tolerancia de corriente inversa del módulo debe cumplir 1,35 veces la corriente nominal del dispositivo de protección el cable debe ir protegido. En este caso, no hay riesgo de corriente inversa al disponer solo de 2 string en paralelo con el mismo número de módulos conectados en cada string, ya que la corriente inversa siempre será inferior a la máxima corriente inversa que soporta el propio modulo fotovoltaico.

Esto se debe a que en el inversor por cada mppt solo se dispone de 2 string, lo que hace que se cumpla siempre lo indicado en el párrafo anterior.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos, para el caso más desfavorable:

**Tabla 6. Criterios térmicos sección cable string**

Instalación a emplear:	Directamente enterrado	
Tabla B 52.1 método F, cables XLPE		
STRINGS	1	--
I cortocircuito	18,31	A
Coef. 1,25	22,89	A
Nº máx. circuitos	4	--
Coef. Agrup. (Tabla B.52.19)	0,65	--

Coef. Tª 30°C (Tabla B.52.14)	0,8	--
Sección	6	mm <sup>2</sup>
Capacidad de corriente (Tabla C.52.1)	53	A

Teniendo en cuenta los datos de la tabla anterior, se calcula la intensidad admisible minorada del cable de acuerdo a los coeficientes de agrupación y temperatura:

$$I_{adm} = 0,65 * 0,93 * 53 = 32,04 A$$

Cumplimos por lo tanto que  $1,25 \times I_{sc} \leq I_n \rightarrow 24,49 A \leq 32,04 A$

Esta corriente es mayor a la corriente de cortocircuito del módulo, por lo que 6 mm<sup>2</sup> sería una sección válida.

### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

El inversor cuenta en su entrada con un seccionador omnipolar que permite cortar la corriente que proviene desde el campo fotovoltaico.

De acuerdo con IEC 61730 y 62548, la tolerancia de corriente inversa del módulo debe cumplir 1,35 veces la corriente nominal del dispositivo de protección el cable debe ir protegido. En este caso, no hay riesgo de corriente inversa al disponer solo de 2 string en paralelo con el mismo número de módulos conectados en cada string, ya que la corriente inversa siempre será inferior a la máxima corriente inversa que soporta el propio modulo fotovoltaico.

No siendo necesaria la instalación de fusibles en el tramo de corriente continua.

#### 4.5.2 CRITERIO CAIDA DE TENSIÓN

Siguiendo el Reglamento Electrotécnico de baja Tensión la caída máxima de tensión del generador, no puede ser superior al 1,5%.

La caída de tensión varía en función de la corriente que circula por los conductores. Para el cálculo utilizamos la siguiente ecuación.

$$\Delta V = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U}$$

Donde:

- $\Delta V$  : Variación de tensión o caída de tensión.
- P: Potencia
- $\gamma$  : Conductividad del cobre/Aluminio.
- L : Longitud del tramo.

- S : Sección del cable.
- U: Tensión

### CAÍDA DE TENSIÓN ENTRE STRINGS E INVERSOR

La caída de tensión en este tramo es considerada utilizando la potencia del circuito, es decir la potencia máxima de un string de 32 módulos contando bifacialidad, 20.192 W. Se ha considerado como longitud de tramo más desfavorable 203,06 m (para la sección de 10 mm<sup>2</sup>).

$$\Delta V = \frac{2 * (20.192 * 203,06)}{47,14 * 10 * 1094,4} = 15,89 V$$

Se obtiene el siguiente valor de caída de tensión total del tramo es menor a 1,5%, por lo tanto, cumple con la normativa.

$$\Delta V (\%) = \frac{16,68}{1094,4} * 100 = 1,45 \%$$

#### 4.5.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante (en el cual los conductores activos se encuentran aislados de tierra), proporcionando unos niveles de protección adecuados tanto frente a contactos directos como indirectos. Esta medida por sí misma no constituye un medio eficaz, ya que es un requisito que la resistencia de aislamiento de la parte continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad. Este sistema IT permite que ante un primer fallo de aislamiento no se produzca una falla a tierra. Para evitar la aparición de un segundo fallo que genere una situación de riesgo se pueden considerar:

- Aislamiento clase II de módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión. Éstas últimas deberán estar dotadas de señales de peligro eléctrico.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor en este caso, que detecte la aparición de un primer defecto a tierra, cuando la resistencia de aislamiento sea inferior a 100Ω/V. Este valor viene determinado por la máxima tensión de circuito abierto que se puede originar en el sistema, constituyendo la condición de mayor peligro eléctrico.

La protección a contactos directos se realiza mediante aislamiento de las partes activas (cables, interruptores, cajas, etc) y por envolventes (cuadros, tubos, cajas).



## 4.6 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES EN CORRIENTE ALTERNA BAJA TENSIÓN

Se procede a realizar el cálculo de los cables de alterna que van desde el inversor hasta el centro de transformación. En lo que a dicho tramo se refiere se tiene en cuenta que los cables irán enterrados bajo tubo desde los inversores hasta el centro de transformación y los dispositivos de protección irán alojados en los cuadros de baja tensión en las inmediaciones del transformador.

Los cálculos de la corriente del cableado se realizan de acuerdo a la norma IEC-60364 y el Reglamento de Baja Tensión.

### 4.6.1 CRITERIO TÉRMICO

- **CÁLCULO DE CABLES DESDE INVERSOR DE STRING HASTA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

El primer dato a tener en cuenta es que cada e inversor tiene una potencia máxima de 250kVA (datos del equipo), luego la intensidad que deberá transportar cada cable será:

$$I(A) = \frac{S(VA)}{\sqrt{3} * U(V)} = \frac{250.000}{\sqrt{3} * 800} = 180,42 A$$

De acuerdo con lo especificado en la ITC-BT-40 para instalaciones generadoras, se adoptará un valor de intensidad un 25% superior a la citada, de tal manera que el valor resultante deberá ser inferior a la máxima admisible por el cable.

$$I \text{ corregida} = 180,42 * 1,25 = 225,53 A$$

Seguidamente hay que tomar los coeficientes de corrección necesarios para la instalación que se va a disponer. En este caso el coeficiente de corrección por temperatura, el cual se refiere a la temperatura del terreno (la cual se estima 30°C), sería 0,93 el cual se obtiene de la tabla B.52.15 y una temperatura de servicio permanente de 90°C. El segundo coeficiente es el coeficiente de agrupamiento que, en este caso, se tiene 0,75 el cual se obtiene de la tabla B52.19 para tres conductores agrupados en un mismo nivel de zanja. Finalmente se tiene el

coeficiente de resistividad del terreno es de 2,5 (K\*m/W) el cual tiene un factor de 1 en la tabla B.52.16.

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Ilustración 7. Factores de corrección por temperatura

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Ilustración 8. Factores de corrección distancia entre ternos

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Ilustración 9. Factores de corrección por profundidad de instalación

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Ilustración 10. Intensidades máximas admisibles

Se selecciona una sección de 400 mm<sup>2</sup> para el caso más desfavorable (cable de aluminio, aislamiento XLPE), observamos en la tabla que se muestra en la ilustración 11, que presenta una intensidad máxima admisible de 379 A y se aplican los factores de corrección mencionados anteriormente para minorar dicha intensidad:

$$I_{real}(A) = 379 * 0,75 * 0,93 * 1 = 264,35 A > 225,53 \text{ cumple}$$

Por lo tanto, elegimos un cable de sección 400 mm<sup>2</sup> de aluminio y aislamiento XLPE.

### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

El dispositivo de protección instalado, será un interruptor magnetotérmico por cada uno de los circuitos que van desde el inversor de string hasta el cuadro de baja tensión alojado en el centro de transformación. El calibre de los interruptores magnetotérmicos será de 250A. Siguiendo la siguiente ecuación tenemos lo siguiente:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Siendo:

- $I_b$  la corriente de servicio del circuito.
- $I_n$  la corriente nominal del dispositivo de protección.
- $I_z$  la corriente máxima admisible de la línea.

Quedando garantizada la protección de la línea en dicho tramo.

$$225,53 \leq 250 \leq 264,35$$

- **CÁLCULO DE CABLES DESDE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN HASTA EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON LA LÍNEA DE EVACUACIÓN DEL PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES**

El primer dato a tener en cuenta es que la potencia máxima que se va a evacuar es el sumatorio de la potencia máxima de cada uno de los inversores (11 x 250 kVA), luego la intensidad que deberá transportar cada cable será:

$$I(A) = \frac{S(VA)}{\sqrt{3} * U(V)} = \frac{2.750.000}{\sqrt{3} * 20.000} = 79,39 A$$

Seguidamente hay que tomar los coeficientes de corrección necesarios para la instalación que se va a disponer. En este caso el coeficiente de corrección por temperatura, el cual se refiere a la temperatura del terreno (la cual se estima en 30°C), sería  $K_T=0,96$ , y una temperatura de servicio permanente de 90°C.

El segundo coeficiente que se tiene en cuenta es el que hace referencia a la forma de instalar los cables subterráneos. En este caso hay una terna de cables y se colocarán directamente enterrados en el terreno, el coeficiente es KI= 1.

También se debería de aplicar un factor de corrección, según la resistividad del terreno, en este caso este factor se considera 1.

Por último, se considera el factor de corrección para profundidad de la instalación distintas a las de 1 m. En este caso se considera una profundidad de 1 m, con lo que el factor de corrección es de 1.

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_v$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Ilustración 11: Factores de corrección por temperatura

Tipo de instalación		Separación de los ternos	Factor de corrección								
			Número de ternos de la zanja								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)		0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m		0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m		0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m		0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m		0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)		0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m		0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m		0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m		0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m		0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Ilustración 12: Factores de corrección distancia entre ternos

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

**Ilustración 13: Factores de corrección por profundidad de instalación.**

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		Sección (mm <sup>2</sup> )	XLPE		Sección (mm <sup>2</sup> )	HEPR	
	Cu	Al		Cu	Al		Cu	Al
25	125	96	25	130	100	25	135	105
35	145	115	35	155	120	35	160	125
50	175	135	50	180	140	50	190	145
70	215	165	70	225	170	70	235	180
95	255	200	95	265	205	95	280	215
120	290	225	120	300	235	120	320	245
150	325	255	150	340	260	150	360	275
185	370	285	185	380	295	185	405	315
240	425	335	240	440	345	240	470	365
300	480	375	300	490	390	300	530	410
400	540	430	400	560	445	400	600	470
500	580	465	500	610	505	500	650	540

**Ilustración 14: Intensidades máximas admisibles.**

Si se selecciona una sección de 35 mm<sup>2</sup> (cable de aluminio, aislamiento XLPE RH5Z1), observamos en la tabla que se muestra en la ilustración 23, que presenta una intensidad máxima admisible de 120 A y se aplican los factores de corrección mencionados anteriormente para minorar dicha intensidad:

$$I_{real}(A) = ITABLA * KT * KI = 120 * 1 * 0,96 * 1 * 1 = 115,2 > 79,39 A \text{ cumple}$$

Por lo tanto, elegimos un cable de sección 35 mm<sup>2</sup> de aluminio y aislamiento XLPE RH5Z1.

#### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

Los elementos de protección serán los descritos en el anexo IV Hibridación.

#### 4.6.2 CRITERIO CAIDA DE TENSIÓN

- **CÁLCULO DEL CABLES DESDE INVERSOR DE STRING HASTA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

La caída de tensión en este tramo es considerada utilizando la potencia máxima de salida del inversor, es decir, 250 kVA. Se ha considerado como longitud de tramo más desfavorable 203,16 m, utilizando una sección de 400 mm<sup>2</sup>.

$$\Delta V = \sqrt{3} * L * I * \frac{R * \cos\varphi + X * \sin\varphi}{N^{\circ}circuitos^2} = \sqrt{3} * 0,20316 * 180,42 * \frac{0,07 * 1 + 0,07 * 0}{1^2} = 4,44 V \approx 0,56\%$$

- **CÁLCULO DE CABLES DESDE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN HASTA EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON LA SUBESTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES**

Se procede a comprobar el cable de 35 mm<sup>2</sup> para el criterio de caída de tensión en el tramo MT:

$$\Delta V = \sqrt{3} * L * I * \frac{R * \cos\varphi + X * \sin\varphi}{N^{\circ}circuitos^2} = \sqrt{3} * 0,04587 * 57,74 * \frac{1,056 * 1 + 0,136 * 0}{1^2} = 4,84 V \approx 0,02\%$$

#### 4.6.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

Se utiliza como medida principal la puesta a tierra de masas y corte automático de la alimentación el interruptor diferencial.

Se realizará una instalación de puesta a tierra: electrodo, latiguillos de conexión con electrodo y se dispondrán los diferenciales necesarios para la protección.

En esquemas TT, para garantizar la protección contra contactos indirectos deben respetarse la siguiente condición:

$$R_A \cdot I_{\Delta n} < 50$$

Siendo RA la resistencia del electrodo de puesta a tierra y I $\Delta$ n la intensidad de actuación del interruptor diferencial.

Para garantizar que cumplimos para un calibre de interruptor diferencial de 300mA, y que la tensión de contacto no supere los 50V, se requiere una puesta a tierra con una Resistencia igual o inferior a los 166,66  $\Omega$ .

La protección a contactos directos se realiza mediante aislamiento de las partes activas (cables, interruptores, cajas, etc) y por envolventes (cuadros, tubos, cajas) y protección complementaria mediante interruptor diferencial.

#### 4.7 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo. En esta conexión se consigue que no existan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificio y superficie próxima al terreno. La puesta a tierra permite el paso a tierra de los corrientes de falta o de descargas de origen atmosférico. Para garantizar la seguridad de las personas en caso de corriente de defecto, se establece 10  $\Omega$  para este tipo de instalación fotovoltaica.

La puesta a tierra se realizará de forma que no altere la tierra de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

Asimismo, las masas de cada una de las instalaciones fotovoltaicas estarán conectadas a una única tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Por ello, se realizará una única toma de tierra a la que se conectará tanto la estructura soporte, como el terminal de puesta a tierra del inversor teniendo en cuenta la distancia entre estos, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas. Si la distancia desde el campo de paneles a la toma de tierra general fuera grande se pondría una toma de tierra adicional para las estructuras, próximas a ellas. Para la conexión de los dispositivos del circuito de puesta a tierra será necesario disponer de bornes o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta que los esfuerzos dinámicos y térmicos en caso de cortocircuitos son muy elevados

Si en una instalación existen tomas de tierra independientes se mantendrá entre los conductores de tierra una separación y aislante apropiado a las tensiones susceptibles de aparecer entre estos conductores en caso de falta.

Los conductores de protección serán independientes por circuito, deberán ser de las siguientes características:

- Para las secciones de fase iguales o menores de 16 mm<sup>2</sup> el conductor de protección será de la misma sección que los conductores activos.
- Para las secciones comprendidas entre 16 y 35 mm<sup>2</sup> el conductor de protección será de 16 mm<sup>2</sup>.
- Para secciones de fase superiores a 35 mm<sup>2</sup> hasta 120 mm<sup>2</sup> el conductor de protección será la mitad del activo.

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y su sección no podrá ser menor en ningún caso de 16 mm<sup>2</sup> de sección, para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre.

## **PUESTA A TIERRA CORRIENTE CONTINUA**

En el lado de continua, los cables activos irán aislados de tierra (los varistores si no existen sobretensiones son una resistencia muy elevada que mantiene el aislamiento de tierra). Es decir, irán en una configuración flotante.

Mientras que todas las masas asociadas al lado de continua irán puestas a tierra, incluidas las del pararrayos, los cuadros de continua y la valla metálica. De modo que el esquema de puesta a tierra es un sistema IT en continua. Este tipo de configuración es segura por sí misma en caso de un primer defecto de aislamiento. No obstante, si se produce un segundo defecto se puede producir retorno de la corriente por tierra, siendo muy peligroso por electrocución.

Se diseñará el siguiente sistema de tierras para una resistencia de tierras no superior a 10 Ohm.

Todas las masas de la instalación de continua irán puestas a tierra mediante un cable de equipotencialidad de cobre de 16 mm<sup>2</sup>, 35 mm<sup>2</sup> y 50 mm<sup>2</sup>. Las masas de las estructuras irán unidas entre sus patas dos a dos tal como se especifica en los planos. Además, el cable equipotencial irá unido por dos sitios a cada fila de paneles transversales.

#### **PUESTA A TIERRA CORRIENTE ALTERNA**

Las tierras del lado de continua y de alterna serán separadas e independientes. Para la puesta a tierra del lado de alterna se dispondrá un sistema TN-C, con los transformadores puestos a tierra, al igual que el resto de instalación en alterna. Así mismo se dispondrán el número de picas suficiente para conseguir una resistencia no superior a 10 Ohmios.

#### **4.8 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.**

Los dispositivos de protección contra sobretensiones instalados son los siguientes:

- Inversor fotovoltaico en el lado de corriente continua y en el lado de corriente alterna.
- Transformador en el lado de baja tensión y en el lado de alta tensión.

Tal y como se indica en la ITC-BT-40 en su apartado 7. Protecciones.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.



## 5 PLANOS

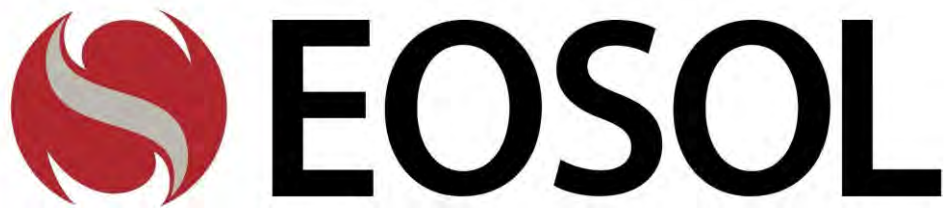
---

La colección de planos se encuentra en el Anexo II.

## 6 PRESUPUESTO

---

El presupuesto se desarrolla en detalle en el Anexo VII.



## ANEXO I – ESTUDIO DE PRODUCCIÓN

# PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Ciente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	17/06/2022
<b>Revisión</b>	0

## Contenido

1. Estudio de Producción PVsyst

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: ALBA DE TORMES

Variante: Nueva variante de simulación

Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 2870 kWp

Alba de Tormes - Spain

**Autor(a)**

EOS Project Management S.L.U (Spain)

Calle Camino de Labiano 45A Bajo

Mutilva / 31192

Spain



# Proyecto: ALBA DE TORMES

Variante: Nueva variante de simulación

## PVsyst V7.2.14

VCO, Fecha de simulación:  
02/06/22 15:06  
con v7.2.14

EOS Project Management S.L.U (Spain)

### Resumen del proyecto

<b>Sitio geográfico</b> Alba de Tormes España	<b>Situación</b> Latitud 40.80 °N Longitud -5.50 °W Altitud 846 m Zona horaria UTC+1	<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20
<b>Datos meteo</b> Alba de Tormes MeteoNorm file - Sintético		

### Resumen del sistema

<b>Sistema conectado a la red</b> Simulación para el año nº 1	<b>Sistema de rastreo, con retroceso</b>	
<b>Orientación campo FV</b> <b>Orientación</b> Plano de rastreo, eje horizontal N-S Azimut del eje 0 °	<b>Algoritmo de rastreo</b> Cálculo astronómico Retroceso activado	<b>Sombreados cercanos</b> Según las cadenas Efecto eléctrico 100 %
<b>Información del sistema</b> <b>Conjunto FV</b> Núm. de módulos 4864 unidades Pnom total 2870 kWp	<b>Inversores</b> Núm. de unidades 11 unidades Pnom total 2750 kWca Proporción Pnom 1.044	
<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)		

### Resumen de resultados

Energía producida 6 GWh/año	Producción específica 2063 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR 91.41 %
-----------------------------	--	-----------------------------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	5
Resultados principales	6
Diagrama de pérdida	7
Gráficos especiales	8



# Proyecto: ALBA DE TORMES

Variante: Nueva variante de simulación

## PVsyst V7.2.14

VCO, Fecha de simulación:  
02/06/22 15:06  
con v7.2.14

EOS Project Management S.L.U (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

#### Orientación campo FV

##### Orientación

Plano de rastreo, eje horizontal N-S  
Azimut del eje 0 °

#### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Perez, Meteonorm  
Circunsolar separado

#### Horizonte

Horizonte libre

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
rastreadores ilimitados

#### Geometría del modelo bifacial

Espaciado de rastreador 9.00 m  
Ancho de rastreador 4.36 m  
GCR 48.5 %  
Altura del eje sobre el suelo 2.10 m

#### Sistema de rastreo, con retroceso

#### Algoritmo de rastreo

Cálculo astronómico  
Retroceso activado

#### Sombreados cercanos

Según las cadenas  
Efecto eléctrico 100 %

#### Estrategia de retroceso

Núm. de rastreadores 80 unidades

#### Tamaños

Espaciado de rastreador 9.00 m  
Ancho de colector 4.36 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 48.5 %  
Phi mín/máx. +/- 45.0 °

#### Ángulo límite del retroceso

Límites de phi +/- 60.9 °

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del conjunto FV

#### Módulo FV

Fabricante Trina Solar  
Modelo TSM-590DEG20C.20

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 590 Wp  
Número de módulos FV 4864 unidades  
Nominal (STC) 2870 kWp  
Módulos 152 Cadenas x 32 En series

#### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2626 kWp  
U mpp 990 V  
I mpp 2653 A

#### Potencia FV total

Nominal (STC) 2870 kWp  
Total 4864 módulos  
Área del módulo 13766 m<sup>2</sup>  
Área celular 12870 m<sup>2</sup>

#### Inversor

Fabricante Sungrow  
Modelo SG250HX

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 250 kWca  
Número de inversores 11 unidades  
Potencia total 2750 kWca  
Voltaje de funcionamiento 500-1500 V  
Potencia máx. (=>30°C) 250 kWca  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.04

#### Potencia total del inversor

Potencia total 2750 kWca  
Número de inversores 11 unidades  
Proporción Pnom 1.04



# Proyecto: ALBA DE TORMES

Variante: Nueva variante de simulación

## PVsyst V7.2.14

VCO, Fecha de simulación:  
02/06/22 15:06  
con v7.2.14

EOS Project Management S.L.U (Spain)

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 1.5 %

#### LID - Degradación Inducida por Luz

Frac. de pérdida 1.5 %

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

#### Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	40°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.998	0.992	0.983	0.961	0.933	0.853	0.000

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.3 %

#### Módulo de degradación media

Año n° 1

Factor de pérdida 0.02 %/año

#### Desajuste debido a la degradación

Dispersión Imp RMS 0 %/año

Dispersión Vmp RMS 0 %/año

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 0.90 m

Frac. de pérdida 0.2 % en STC

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 0.5 % en MPP

### Pérdidas del sistema.

#### Pérdidas auxiliares

Proporcional a la potencia 4.0 W/kW

0.0 kW del umbral de potencia

### Pérdidas de cableado CA

#### Línea de salida del inv. hasta el punto de inyección

Voltaje inversor 800 Vca tri

Frac. de pérdida 0.45 % en STC

#### Inversor: SG250HX

Sección cables (11 Inv.) Cobre 11 x 3 x 70 mm²

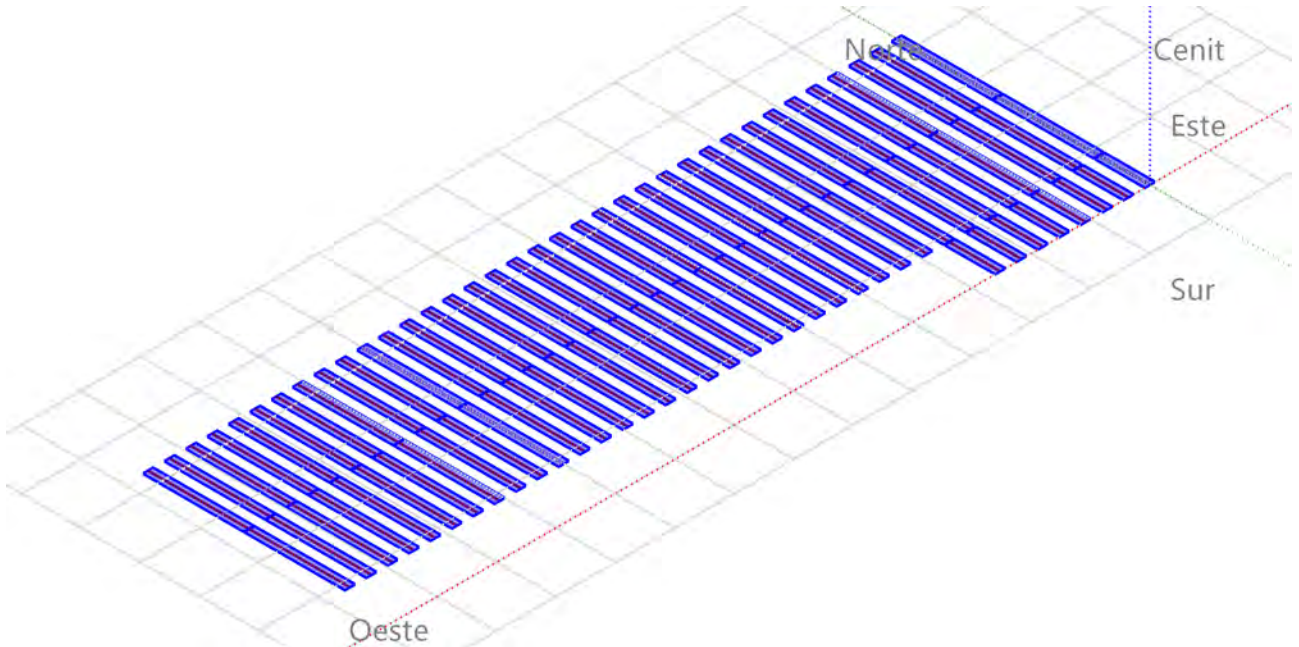
Longitud media de los cables 42 m





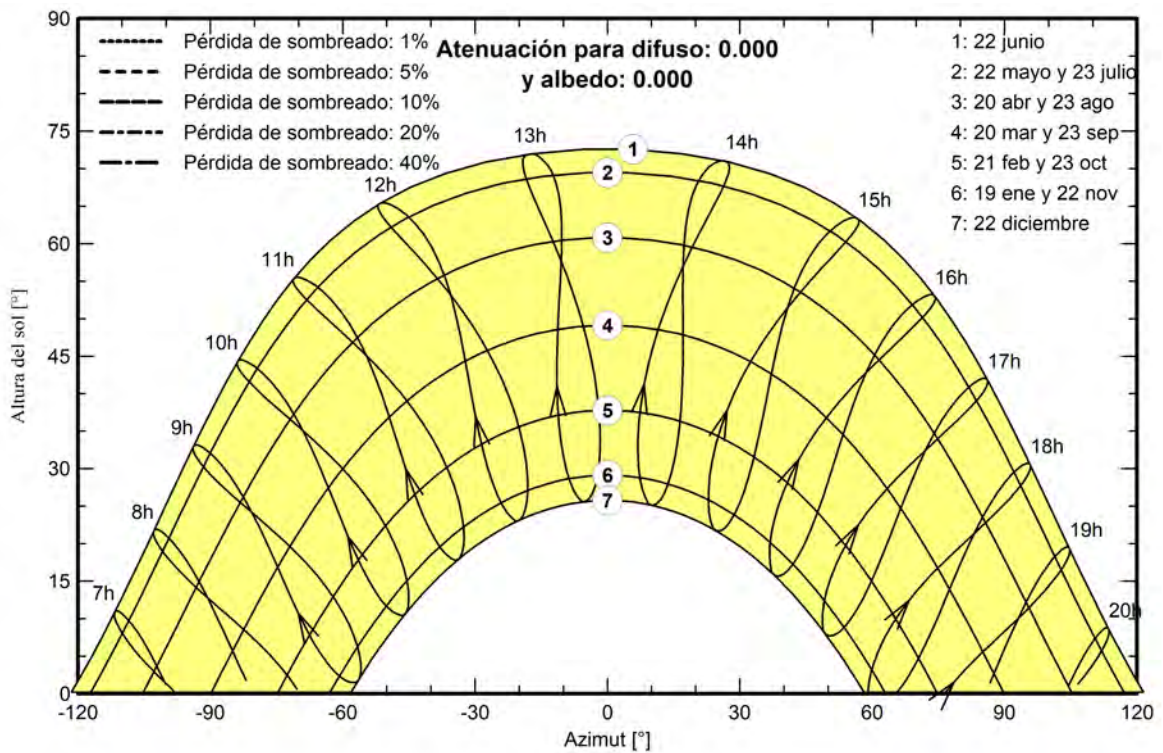
### Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





# Proyecto: ALBA DE TORMES

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.14

VCO, Fecha de simulación:  
02/06/22 15:06  
con v7.2.14

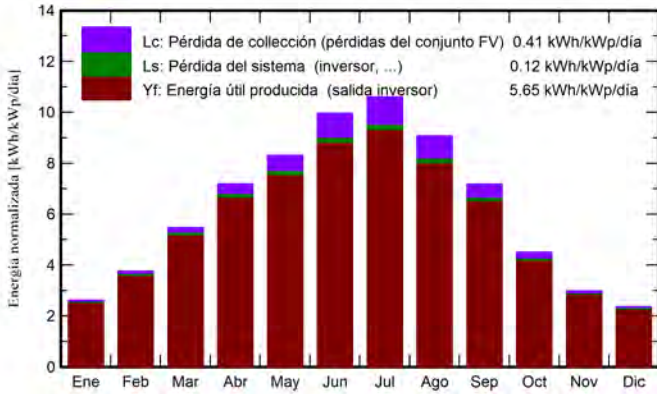
EOS Project Management S.L.U (Spain)

## Resultados principales

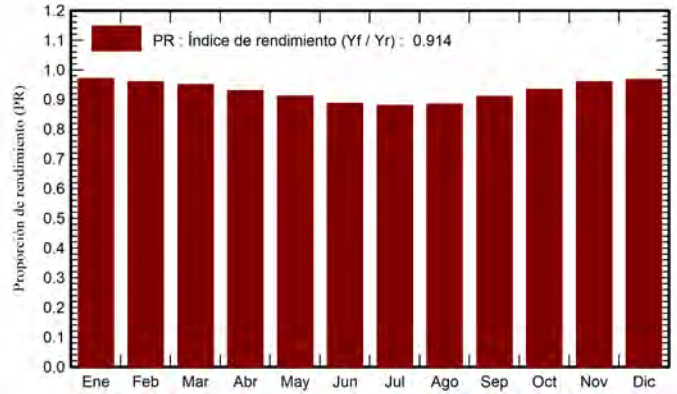
### Producción del sistema

Energía producida **6 GWh/año**      Producción específica **2063 kWh/kWp/año**  
 Proporción de rendimiento (PR) **91.41 %**

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

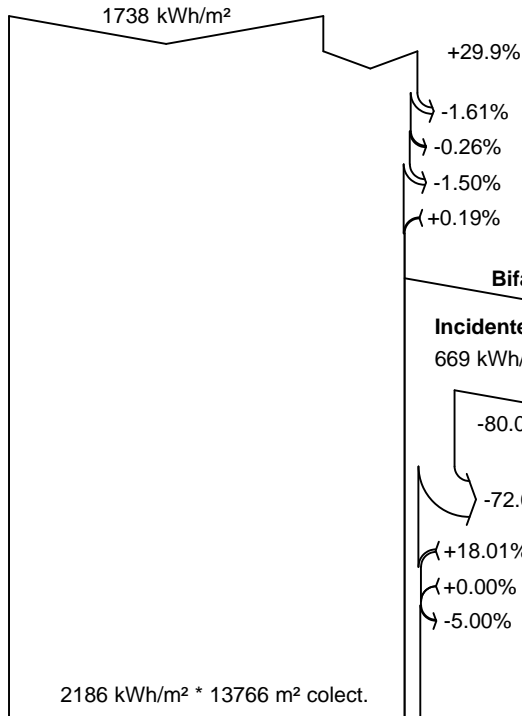
	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray GWh	E_Grid GWh	PR proporción
Enero	62.9	28.10	3.45	81.3	78.0	0.231	0.227	0.971
Febrero	81.8	32.71	4.90	105.2	101.4	0.296	0.290	0.960
Marzo	133.0	56.50	8.24	169.7	163.9	0.472	0.462	0.950
Abril	168.1	57.69	9.92	215.6	208.7	0.587	0.575	0.929
Mayo	203.3	77.27	14.70	257.5	249.3	0.688	0.673	0.911
Junio	230.1	63.01	19.61	299.1	290.4	0.778	0.761	0.887
Julio	251.0	55.77	21.06	328.8	319.9	0.850	0.830	0.880
Agosto	212.6	45.28	20.66	281.4	273.7	0.731	0.715	0.885
Septiembre	163.0	47.54	16.62	215.4	208.9	0.574	0.562	0.910
Octubre	106.5	37.42	12.68	139.6	135.0	0.382	0.374	0.934
Noviembre	69.1	29.18	6.58	89.6	86.1	0.252	0.247	0.960
Diciembre	56.2	22.78	4.01	73.5	70.5	0.208	0.204	0.967
<b>Año</b>	<b>1737.7</b>	<b>553.26</b>	<b>11.91</b>	<b>2256.8</b>	<b>2185.7</b>	<b>6.048</b>	<b>5.920</b>	<b>0.914</b>

### Leyendas

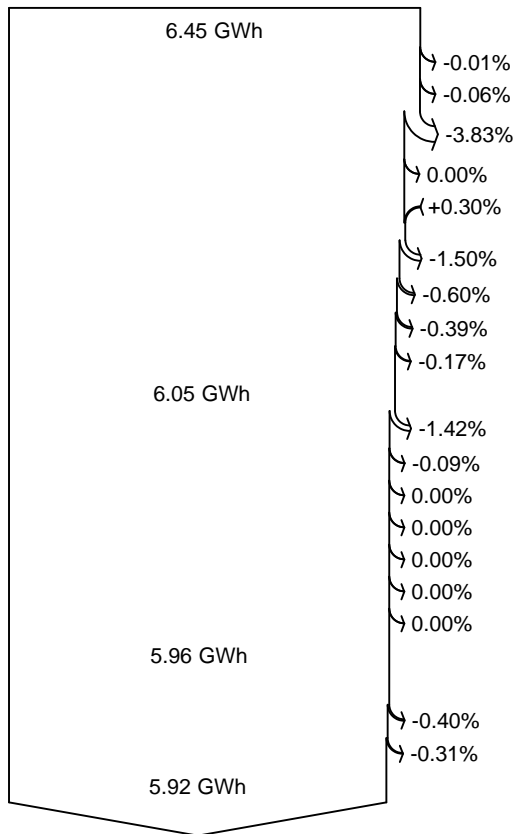
GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		



Diagrama de pérdida



eficiencia en STC = 20.86%



**Irradiación horizontal global**  
**Global incidente plano receptor**

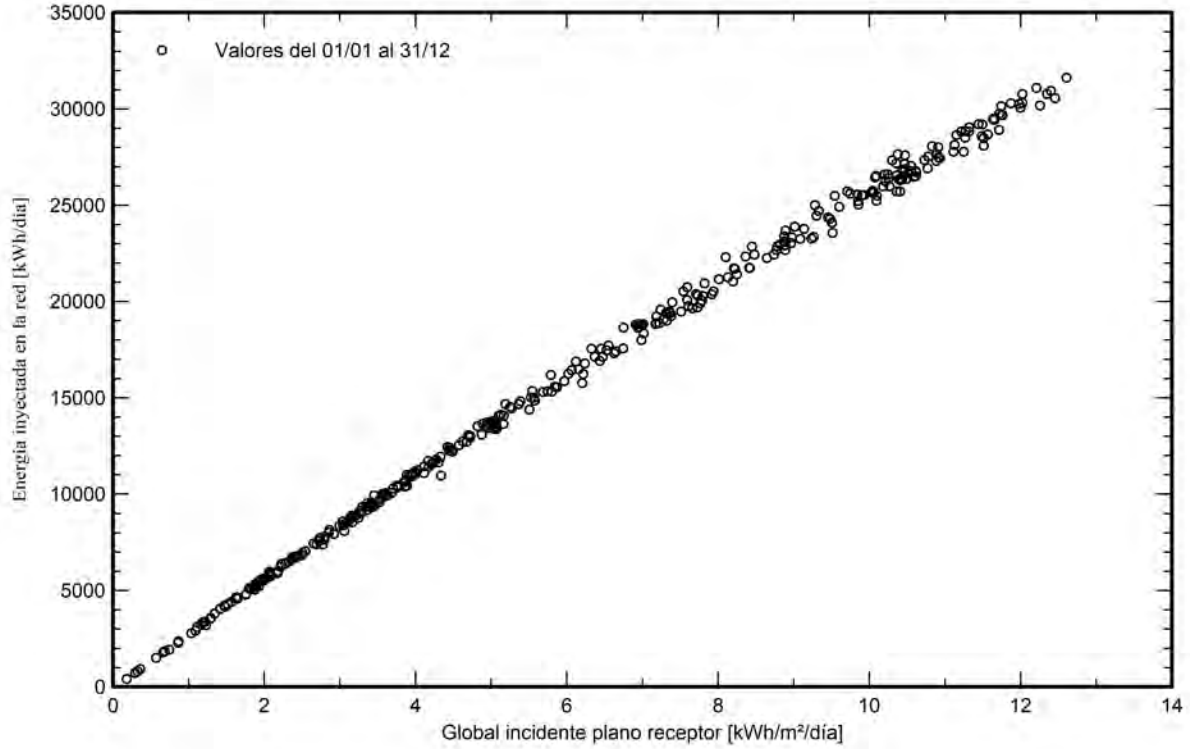
- Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia
- Factor IAM en global
- Factor de pérdida de suciedad
- Reflejo del suelo en la parte frontal

- 3.96% Irradiancia global en la parte trasera (87 kWh/m<sup>2</sup>)**
- Irradiancia efectiva en colectores**
- Conversión FV, Factor de bifacialidad = 0.70
- Conjunto de energía nominal (con efic. STC)**
- Pérdida de degradación módulos ( por año #1)
- Pérdida FV debido al nivel de irradiancia
- Pérdida FV debido a la temperatura.
- Sombreados: pérdida eléctrica según las cadenas
- Pérdida calidad de módulo
- LID - Degradación inducida por luz
- Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas
- Desajuste de irradiancia posterior
- Pérdida óhmica del cableado
- Energía virtual del conjunto en MPP**
- Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)
- Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal
- Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima
- Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal
- Pérdida del inversor debido al umbral de potencia
- Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje
- Consumo nocturno
- Energía disponible en la salida del inversor**
- Auxiliares (ventiladores, otros ...)
- Pérdidas óhmicas CA
- Energía inyectada en la red**

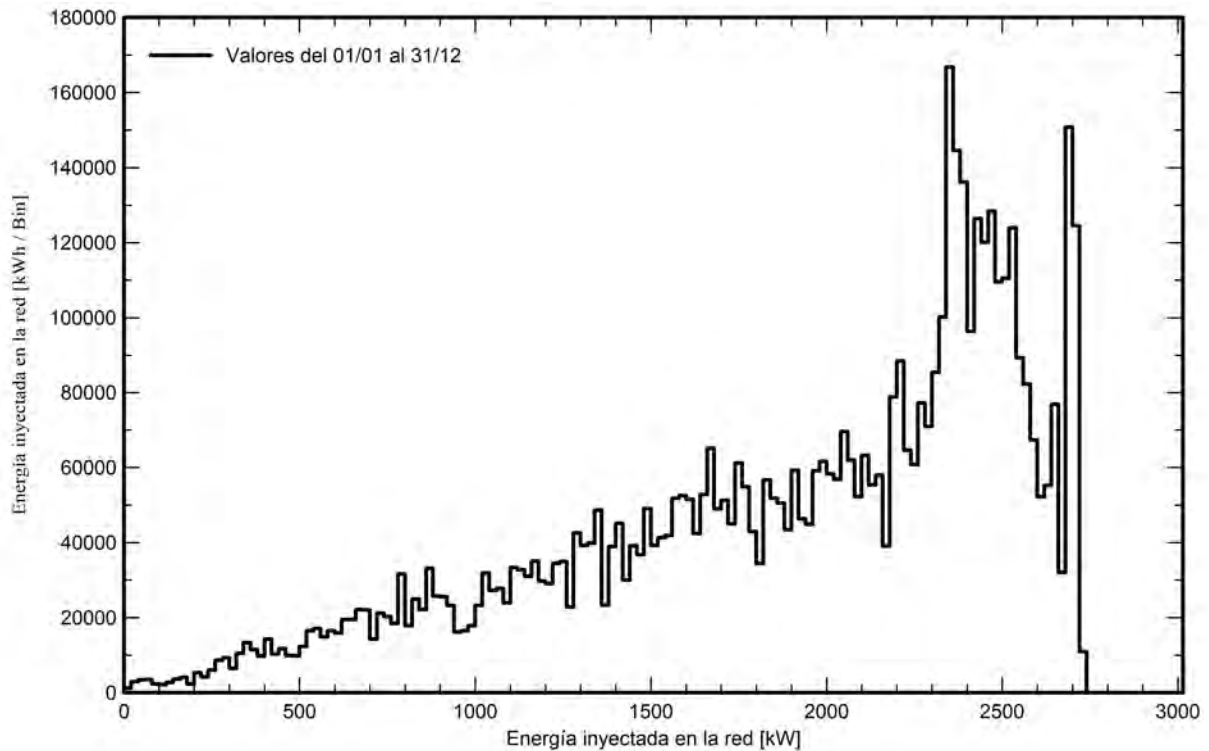


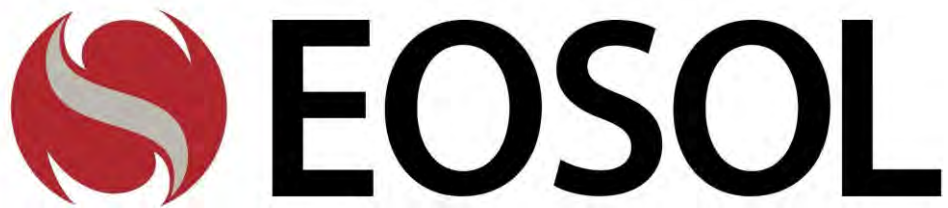
Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





## ANEXO II – PLANOS

# PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	13/07/2022
<b>Revisión</b>	1

## Contenido

---

1. Plano de situación y emplazamiento
2. Plano de accesos
3. Plano de cierre perimetral
4. Plano implantación general
5. Plano parcelario afecciones
6. Plano de panel fotovoltaico
7. Plano de estructura soporte
8. Plano de centro de transformación
9. Diagrama Unifilar BT
10. Diagrama Unifilar MT
11. Plano de secciones de zanjas
12. Esquema de medida hibridación

1 2 3 4 5 6 7 8

A

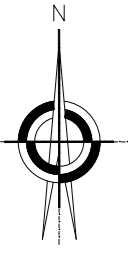
B

C

D

E

F



PLANO 01. SITUACIÓN DEL PROYECTO S/E



PLANO 02. SITUACIÓN DEL PROYECTO 1/250.000



PLANO 03. EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO 1/10.000

**LEYENDA:**

	VALLADO
	IMPLANTACION

D						DATE	SCALE	Indicadas	ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.			
C						06/22	DRAWN	C.M.P.			CAD Vers.:	Page Vers.: B
B	02/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIONES GENERALES	06/22	CHECKED	M.A.M.			Name Collection	Page: 00
A	30/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.			SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	Cont: -
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION				Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)	CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-LAY-0001		

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

A

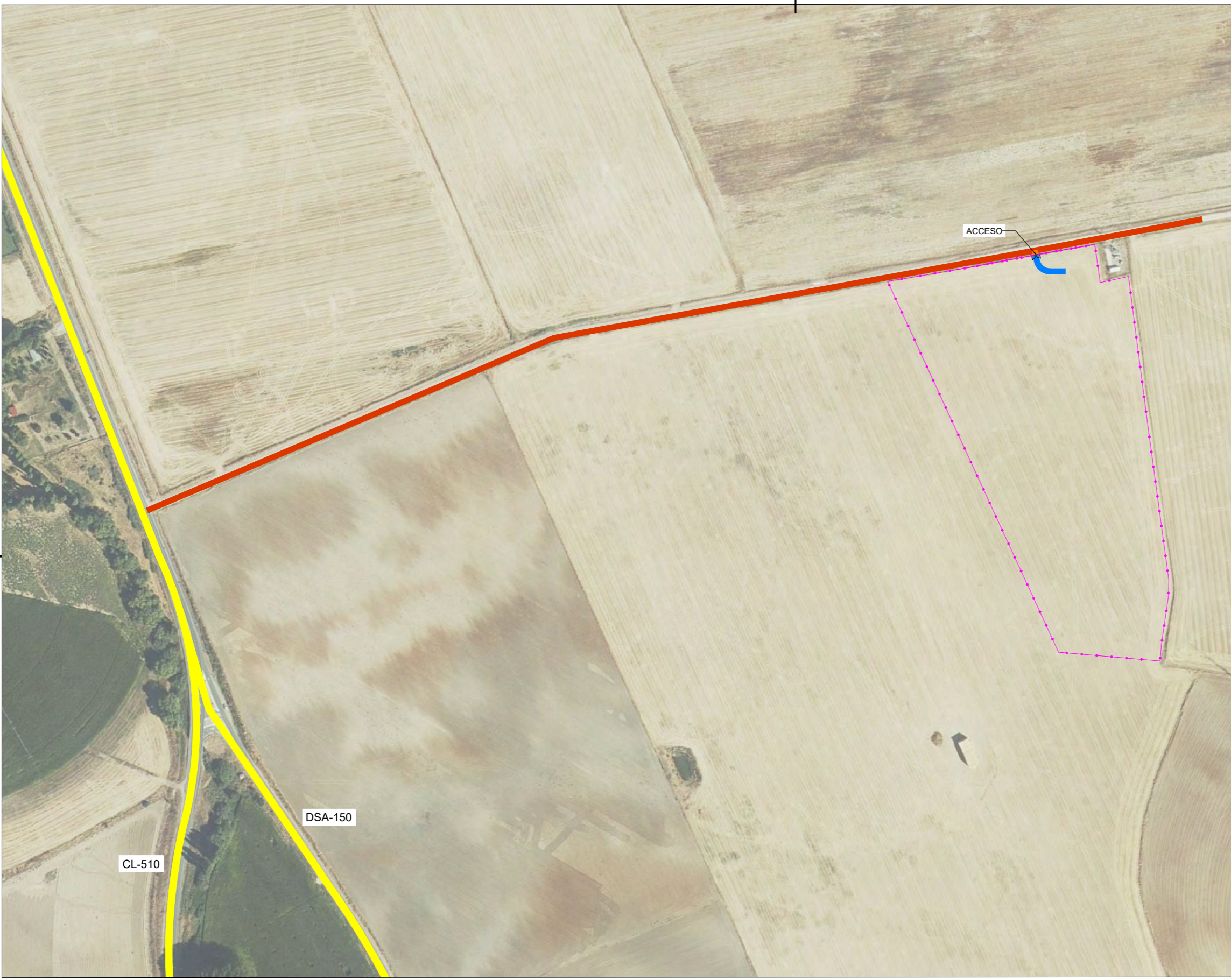
B

C

D

E

F



**LEYENDA:**

- VALLADO
- CAMINO INTERNO
- VIAL DE ACCESO PARQUE SOLAR
- VIAL EXISTENTE
- CARRETERA

D						DATE	SCALE 1/3.000
C						05/22	DRAWN C.M.P.
B						05/22	CHECKED M.A.M.
A	30/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	05/22	REVISED-EDPR R.P.H.
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION		Format A3

ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.	
<b>HIB ALBA DE TORMES</b>	
ACCESOS	
<small>Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)</small>	

<b>EOSOL</b>	
CAD Vers.:	Page Vers.: A
Name Collection	Page: 00
ACCESOS	Cont: -
CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0001	

1

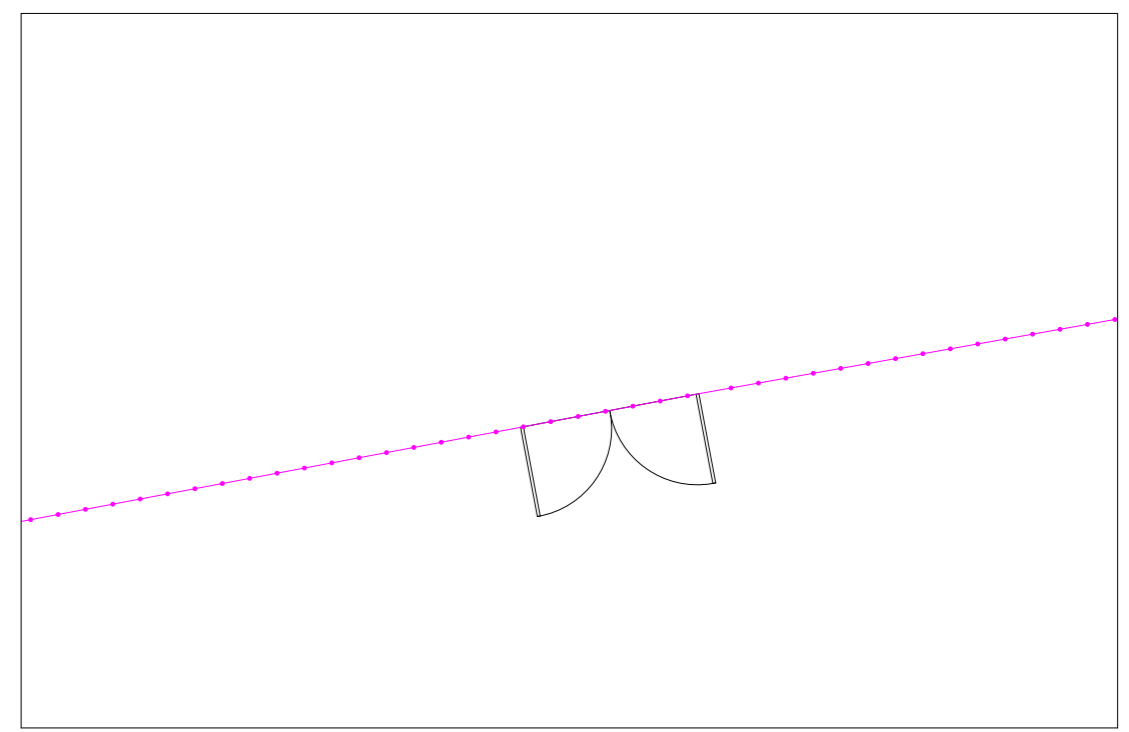
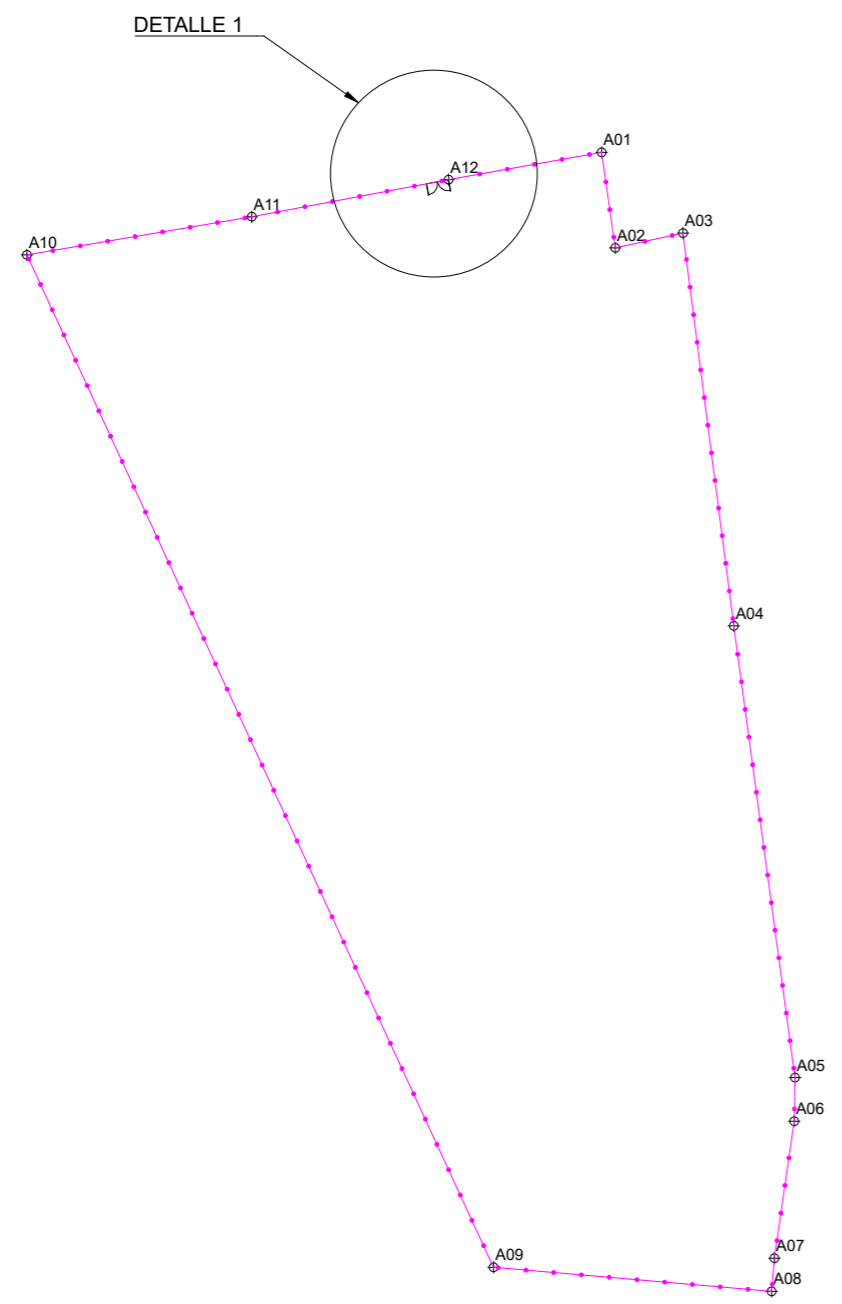
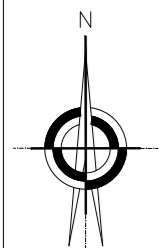
2

3

6

7





DETALLE 1

ESCALA:1/250

COORDENADAS UTM		
PUNTOS	X	Y
A01	289278.054	4520131.307
A02	289281.657	4520106.043
A03	289299.568	4520109.949
A04	289313.014	4520006.072
A05	289329.196	4519886.609
A06	289328.979	4519875.065
A07	289323.745	4519838.836
A08	289323.009	4519830.072
A09	289249.471	4519836.435
A10	289126.055	4520104.187
A11	289185.536	4520114.277
A12	289237.576	4520124.085

DISTANCIA ENTREE PUNTOS	
PUNTOS	DISTANCIA (m)
A01-A02	28,52
A02-A03	18,33
A03-A04	104,74
A04-A05	120,55
A05-A06	11,54
A06-A07	36,61
A07-A08	8,35
A08-A09	73,81
A09-A10	294,82
A10-A11	60,33
A11-A12	52,95
A12-A13	41,11

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
D					
C					
B	11/08/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIONES GENERALES
A	30/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL

DATE	SCALE
08/22	1/2.000
08/22	DRAWN J.O.L.
08/22	CHECKED M.A.M.
08/22	REVISED-EDPR R.P.H.
Format A3	

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**

**HIB ALBA DE TORMES**

**CIERRE PERIMETRAL**

Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

**EOSOL**

CAD Vers.: Page Vers.: B

Name Collection Page: 00

CIERRE PERIMETRAL Cont: 01

CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0002

1

2

3

6

7

1 2 3 4 5 6 7 8

A

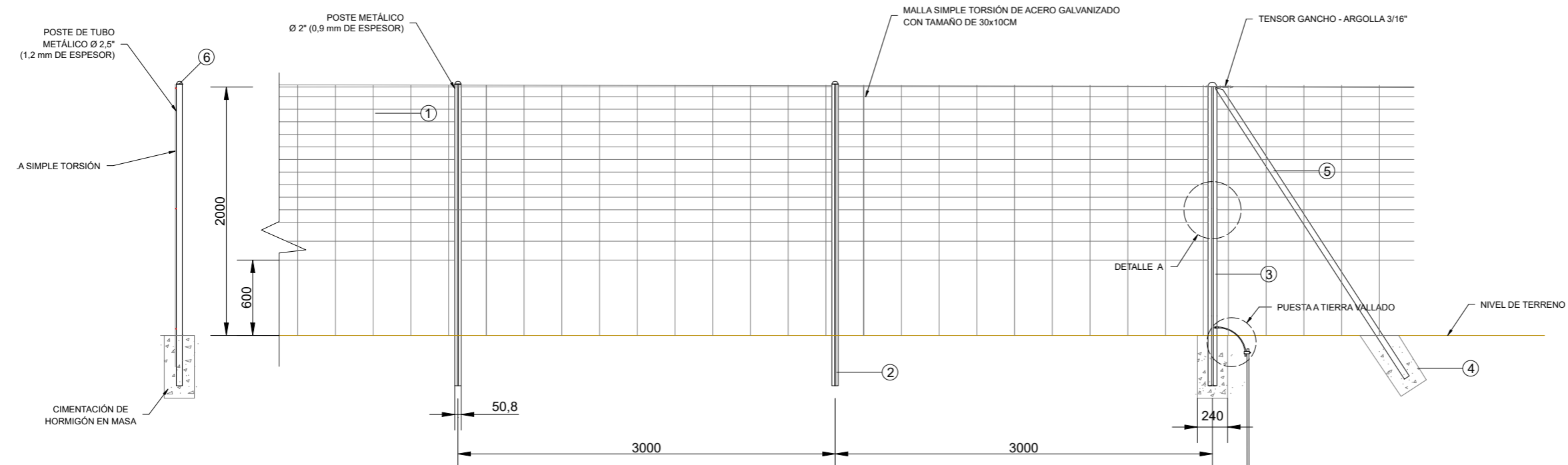
B

C

D

E

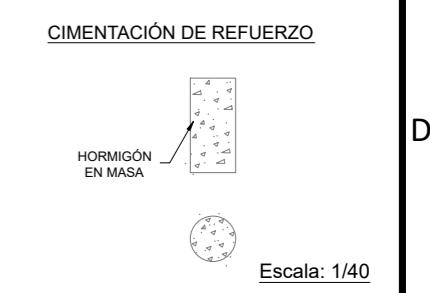
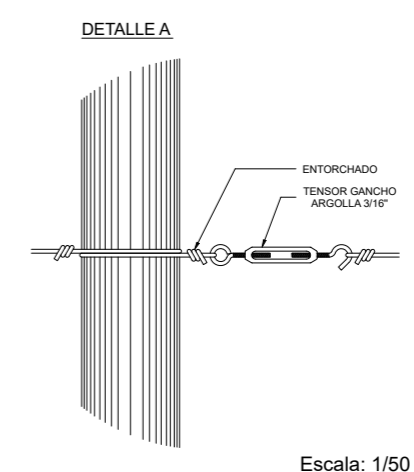
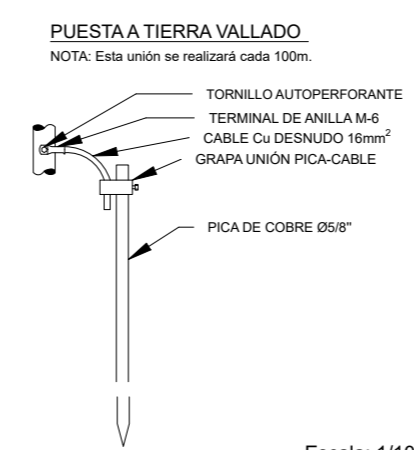
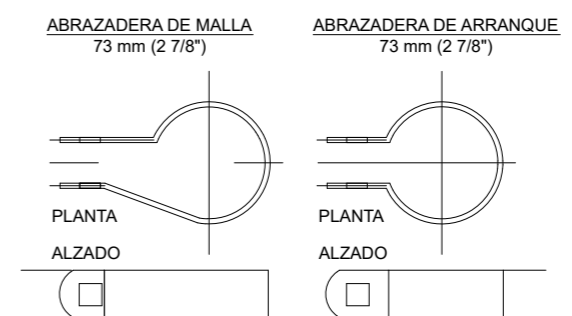
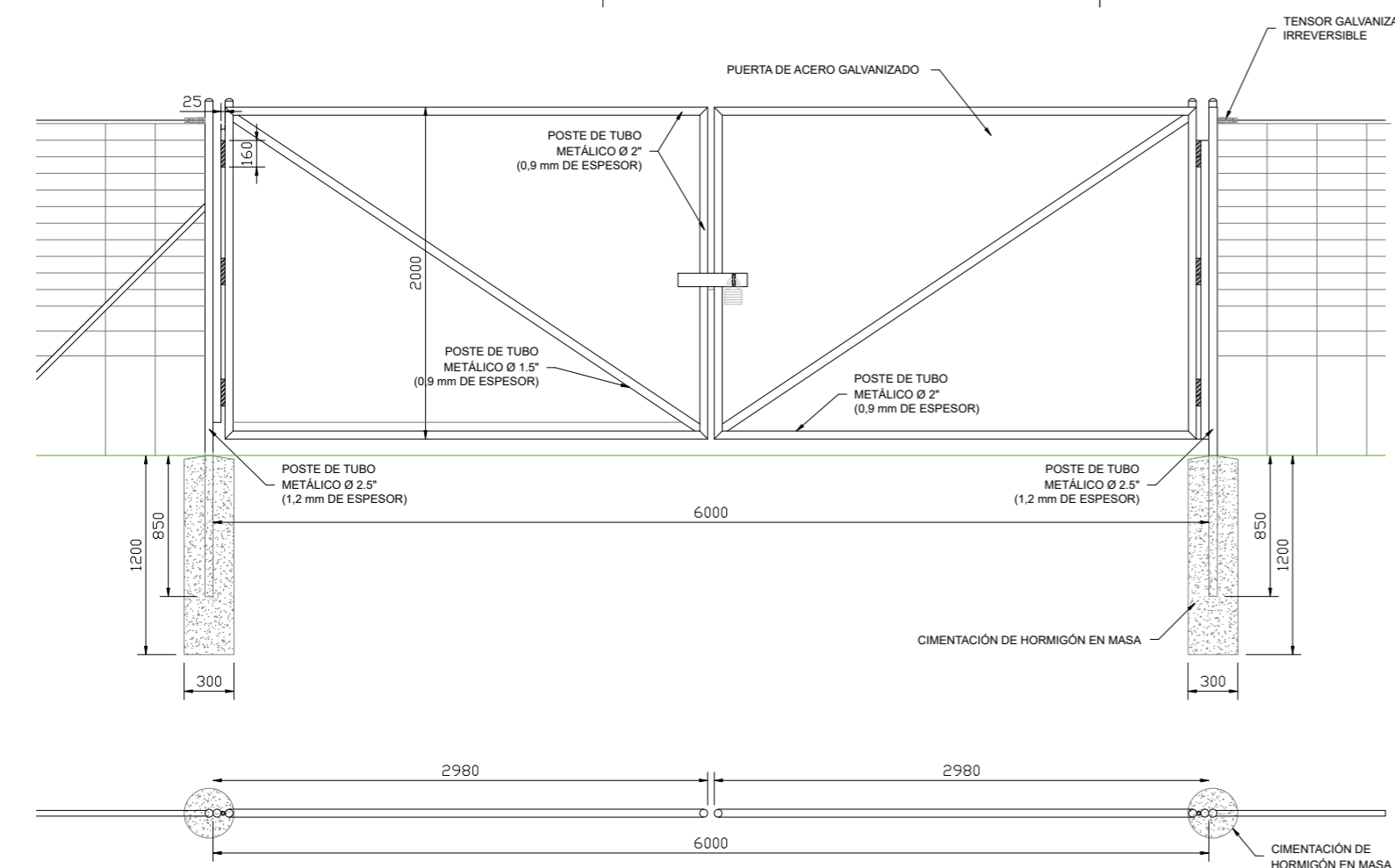
F



- NOTAS**
- Las cimentaciones de los postes de refuerzo se realizarán con un pedestal de hormigón en masa y dimensiones mínimas de Ø240mm x 500mm de profundidad. Un poste de refuerzo cada 50 metros.
  - Los postes de línea se anclarán al suelo mediante el método de hincado. La profundidad puede variar con los resultados del estudio geotécnico.
  - Los postes de arranque irán hincados si la resistencia del terreno es suficiente. En caso contrario irán hormigonados con un pedestal de dimensiones mínimas de Ø240mm x 500mm de profundidad.
  - Los postes en cambio de dirección también irán arriostrados.
  - Acotaciones en milímetros.

**TABLA DE DETALLES**

1	Malla de simple torsión de acero galvanizado (trama 30/10, altura 1,38 m y las dos filas inferiores trama 30/15)
2	Postes de línea metálicos de diámetro 2" (espesor mínimo 0,9 mm)
3	Postes de refuerzo metálicos de diámetro 2,5" (espesor mínimo 1,2 mm)
4	Pedestal de hormigón 240x500mm
5	Tubos de retención diagonales de diámetro 1,5" (espesor 0,9 mm)
6	Espada sencilla



DATE	SCALE	1/2.000	<b>ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.</b> <b>HIB ALBA DE TORMES</b> CIERRE PERIMETRAL <small>Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)</small>		
08/22	DRAWN	J.O.L.			CAD Vers.: Page Vers.: B
08/22	CHECKED	M.A.M.			Name Collection: CIERRE PERIMETRAL Page: 01
08/22	REVISED-EDPR	R.P.H.	Format A3	CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0002	

D								
C								
B	11/08/2022	J.O.L.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIONES GENERALES			
A	30/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL			
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION			

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F



CARACTERISTICAS	
MODELO MODULOS	TRINA SOLAR TSM-DEG20C.20 590 W
POTENCIA MODULO (Wp)	590
Nº DE MODULOS	4.864
MODELO INVERSOR	SUNGROW SG250 HX
POTENCIA INVERSOR A 40°C (kW)	225
NUMERO DE INVERSORES	11
Nº DE MODULOS POR STRING	32
MODELO ESTRUCTURA	2V16
Nº ESTRUCTURAS	8
MODELO ESTRUCTURA	2V32
Nº ESTRUCTURAS	72
PITCH	9
POTENCIA PICO (Wp)	2.869.760
POTENCIA NOMINAL (W)	2.475.000
SOBREDIMENSIONAMIENTO	1,159

**LEYENDA:**

- VALLADO
- LÍMITE DE PROPIEDAD
- CAMINO INTERNO
- VIAL DE ACCESO PARQUE SOLAR
- TRACKER 2Vx16
- TRACKER 2Vx32
- VIAL EXISTENTE
- CENTRO DE TRANSFORMACION
- LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION
- ARQUETA

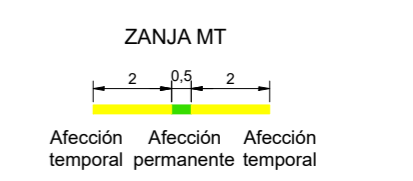
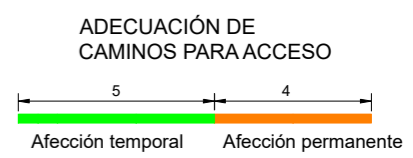
D	05/07/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIONES GENERALES	DATE	SCALE 1/2.000
C	02/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIÓN DEL VALLADO	07/22	DRAWN C.M.P.
B	26/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIÓN SITUACIÓN DE TRACKERS	07/22	CHECKED M.A.M.
A	25/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	07/22	REVISED-EDPR R.P.H.
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	Format A3	

<b>ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.</b>			
<b>HIB ALBA DE TORMES</b>		CAD Vers.:	Page Vers.: D
IMPLANTACION GENERAL		Name Collection	Page: 00
Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)		IMPLANTACIÓN	Cont: -
CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-LAY-0001			

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F



**NOTA:**

PARA LA ADECUACIÓN DE LOS CAMINOS DE ACCESO SE HA CONSIDERADO QUE SE ADENTRARÁN EN LAS PARCELAS COLINDANTES DE UN MÁRGEN DEL CAMINO LA DISTANCIA NECESARIA PARA EJECUTAR UN CAMINO DE 6 METROS DE AFECCIÓN DEFINITIVA Y 5 METROS MÁS COMO AFECCIÓN TEMPORAL.

PARA LA CREACIÓN DE NUEVOS CAMINOS DE ACCESO SE HA CONSIDERADO QUE AFECTARÁN AMBOS MÁRGENES DEL CAMINO LA DISTANCIA NECESARIA PARA EJECUTAR UN CAMINO DE 6 METROS DE AFECCIÓN DEFINITIVA Y 5 METROS MÁS COMO AFECCIÓN TEMPORAL A AMBOS LADOS.

PARA MAS INFORMACIÓN CONSULTAR A LA RBDA

**LEYENDA:**

- LÍMITE PARCELAS
- VALLADO
- PARCELAS AFECTADAS
- AFECCIÓN PERMANENTE CAMINOS
- AFECCIÓN TEMPORAL CAMINOS
- CAMINO EXISTENTE ÚTIL
- AFECCIÓN PERMANENTE MT
- AFECCIÓN TEMPORAL MT
- ARQUETA

D						DATE	SCALE 1/2.000
C						07/22	DRAWN C.M.P.
B	04/07/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	MODIFICACIONES GENERALES	07/22	CHECKED M.A.M.
A	30/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	07/22	REVISED-EDPR R.P.H.
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	Format A3	

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**

**HIB ALBA DE TORMES**

PLANO PARCELARIO DE AFECCIONES

Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

**EOSOL**

CAD Vers.: Page Vers.: B

Name Collection Page: 00

PLANO AFECCIONES Cont: -

CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0003

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

A

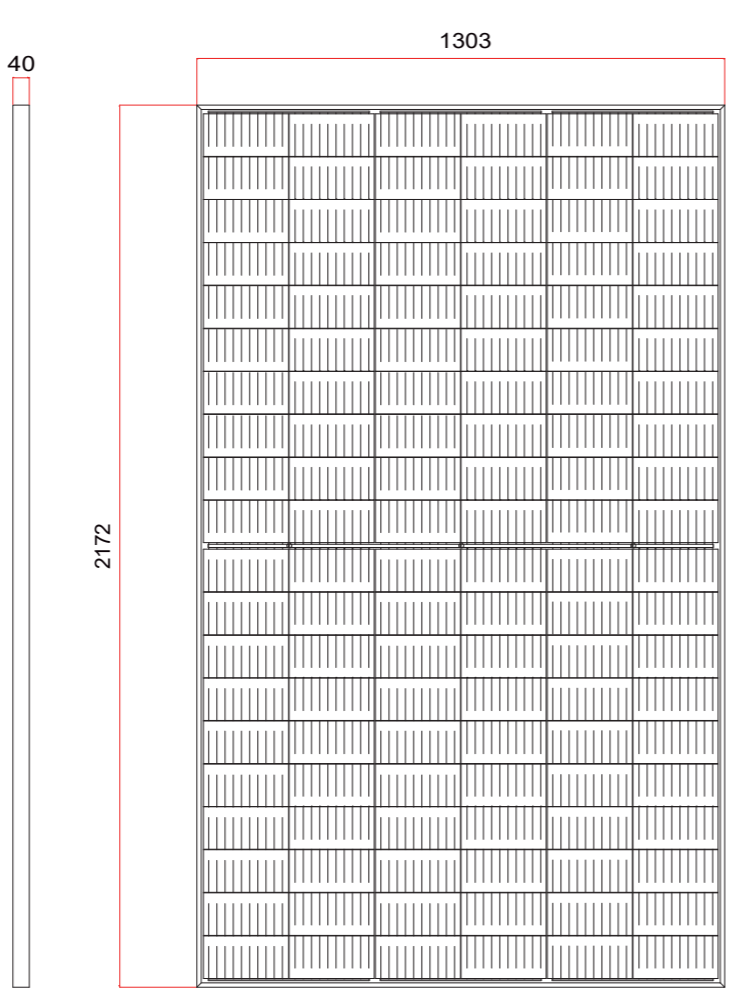
B

C

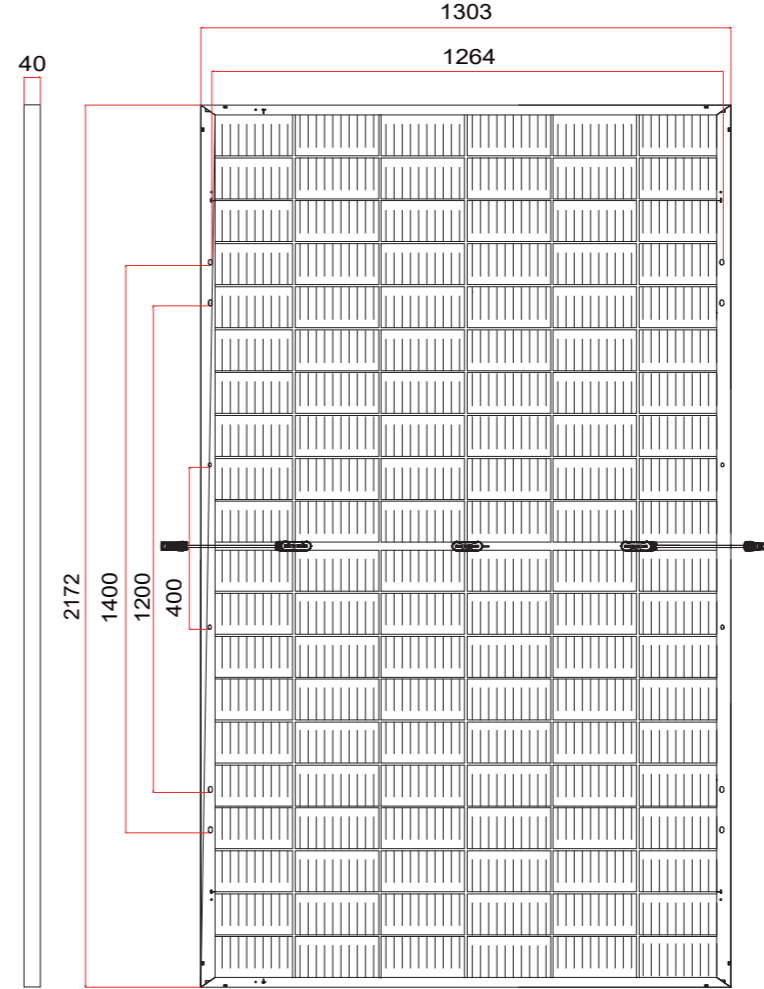
D

E

F



Vista frontal



Vista trasera

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
$P_{MAX}$ (WP)	590
$V_{MPP}$ (V)	34.2
$I_{MPP}$ (A)	17.25
$V_{OC}$ (V)	41.3
$I_{SC}$ (A)	18.31
Peso (kg)	35.3

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
D					
C					
B					
A	30/05/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL

DATE	SCALE
05/22	1/50.000
05/22	DRAWN C.M.P.
05/22	CHECKED M.A.M.
05/22	REVISED-EDPR R.P.H.

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**

**HIB ALBA DE TORMES**

PLANO DE PANEL FOTOVOLTAICO

Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

**EOSOL**

CAD Vers.: Page Vers.: A

Name Collection Page: 00

PLANO DE PANEL Cont: -

CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-DWG-0001

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

A

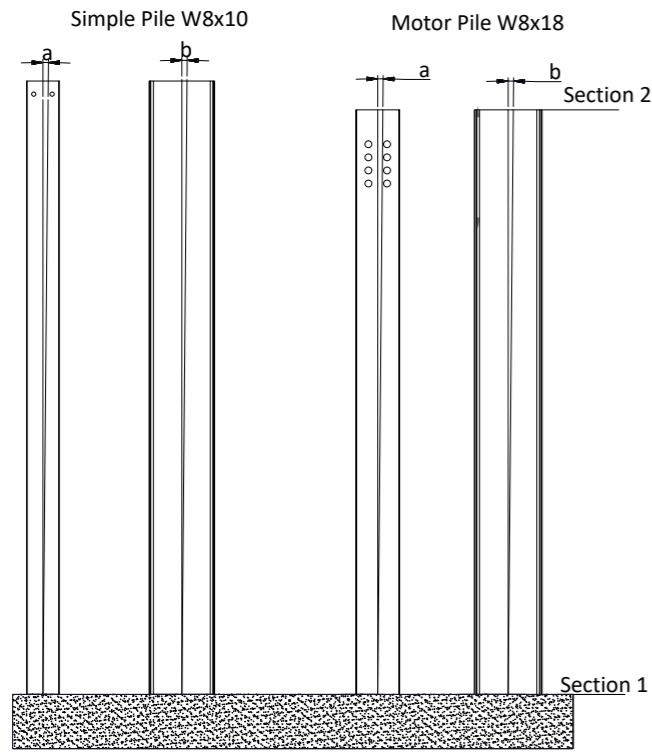
B

C

D

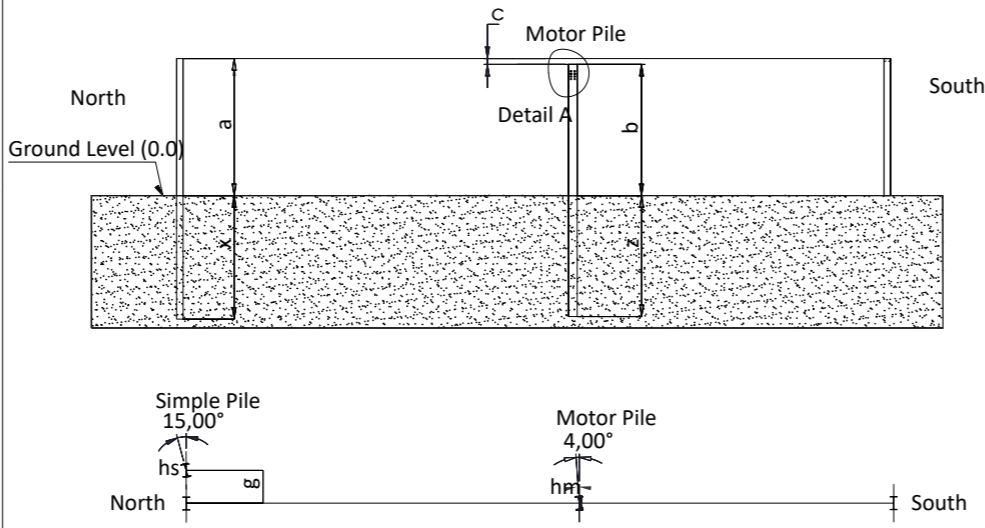
E

F



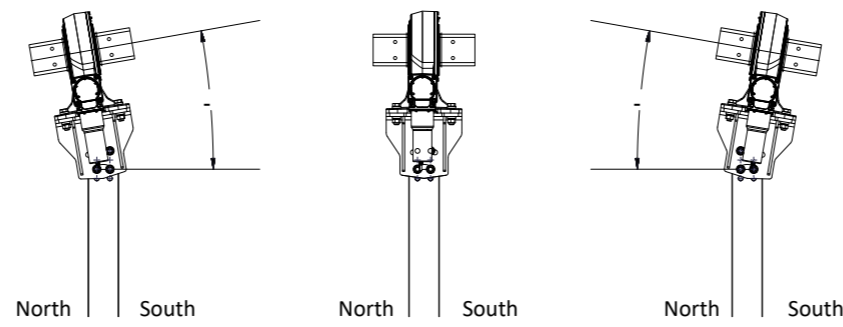
Parameters	Pile Tolerances
a	± 2°
b	± 2°
c	± 2°

C tolerance describes the turning superior section of the pile respect to its inferior section located on the surface of the ground (section 1)

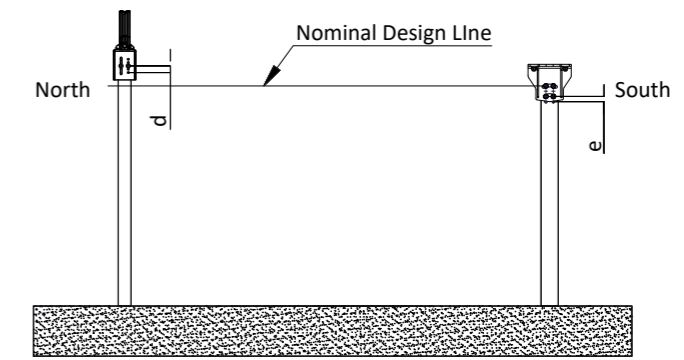
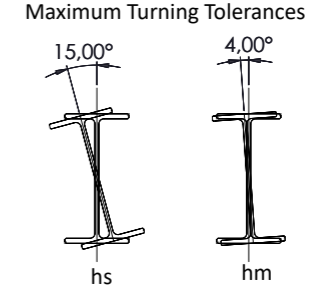
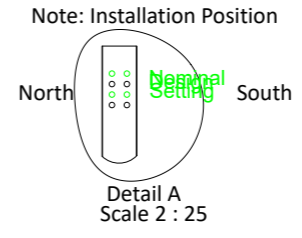


Parameters	Measurements (mm)	Measurements (inch)
a	2237± 51	88.07± 2
b	2139± 40	84.21± 1.57
c	98	3.85
d	± 51	± 2
e	40	1.574
x	2043	80.43
z	2051	80.75
g (Simple Pile)	± 40	± 1.574
g (Motor Pile)	± 20	± 0.787
hs (Simple Pile)	± 15°	± 15°
hm (Motor Pile)	± 4°	± 4°

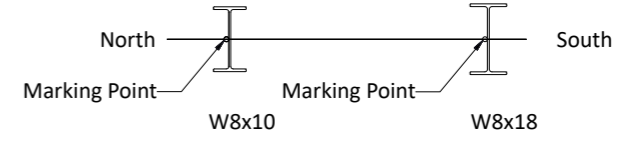
Ground Scope



Parameters	Ground Scope
Positive Tilt (+)	17%
Negative Tilt (-)	17%



\*Materials indicated in document "20ES2496-DR-EPC-0202.003"  
 \*\*Concrete footing and compression reinforcement will be added on simple and/or motor piles according to documents "20ES2496-MA-EPC-0201.002" and "20ES2496-GP-EPC-0401.006", depending on the non destructive POT results during construction



1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

C

D

E

F

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
C					
B					
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL

DATE	SCALE	Indicadas
06/22	DRAWN	C.M.P.
06/22	CHECKED	M.A.M.
06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**  
**HIB ALBA DE TORMES**  
 PLANO DE ESTRUCTURA SOPORTE  
 Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

**EOSOL**  
 CAD Vers.: Page Vers.: A  
 Name Collection Page: 00  
 ESTRUCTURA SOPORT. Cont: 01  
 CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0004

1 2 3 4 5 6 7 8

A

A

B

B

C

C

D

D

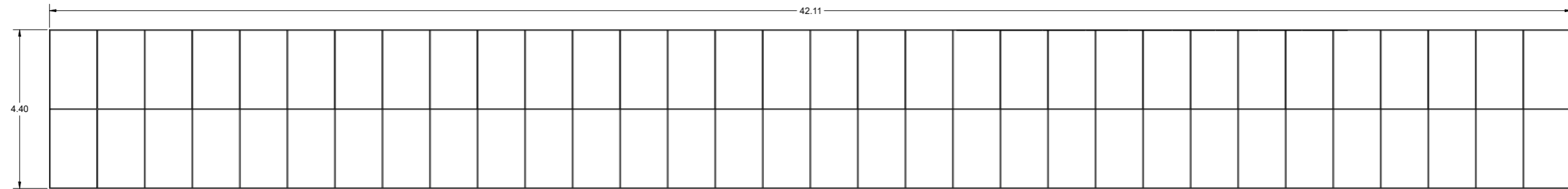
E

E

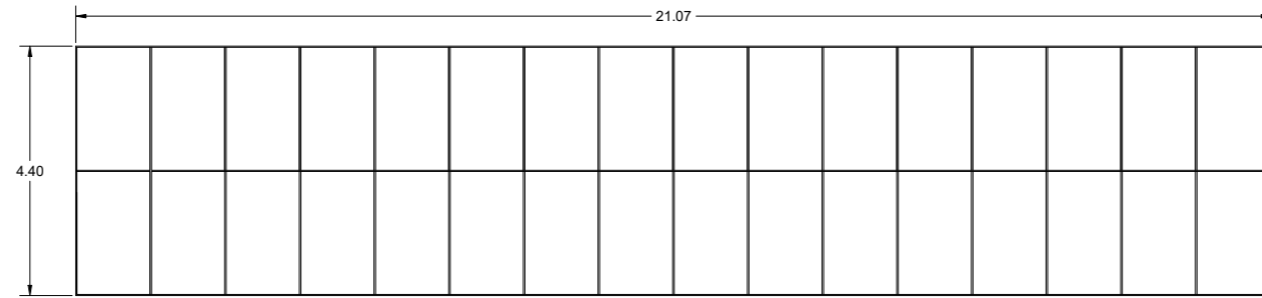
F

F

ESTRUCTURA SEGUIDORA (2V32)



ESTRUCTURA SEGUIDORA (2V16)



D						DATE	SCALE	Indicadas	ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.		CAD Vers.: Page Vers.: A
C						06/22	DRAWN	C.M.P.			
B						06/22	CHECKED	M.A.M.	PLANO DE ESTRUCTURA SOPORTE	Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)	
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.			Format A3
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION						

1 2 3 4 5 6 7 8

1 2 3 4 5 6 7 8

A

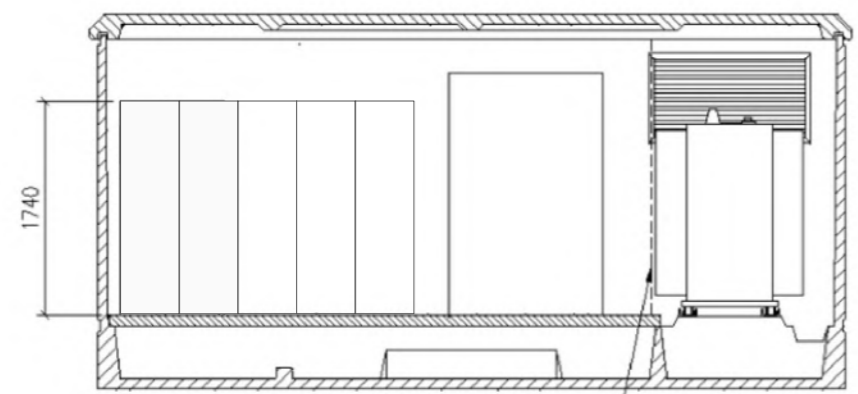
B

C

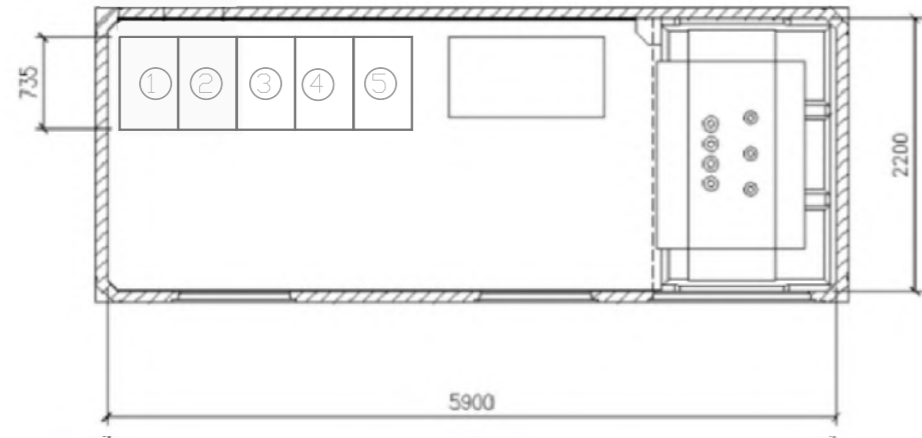
D

E

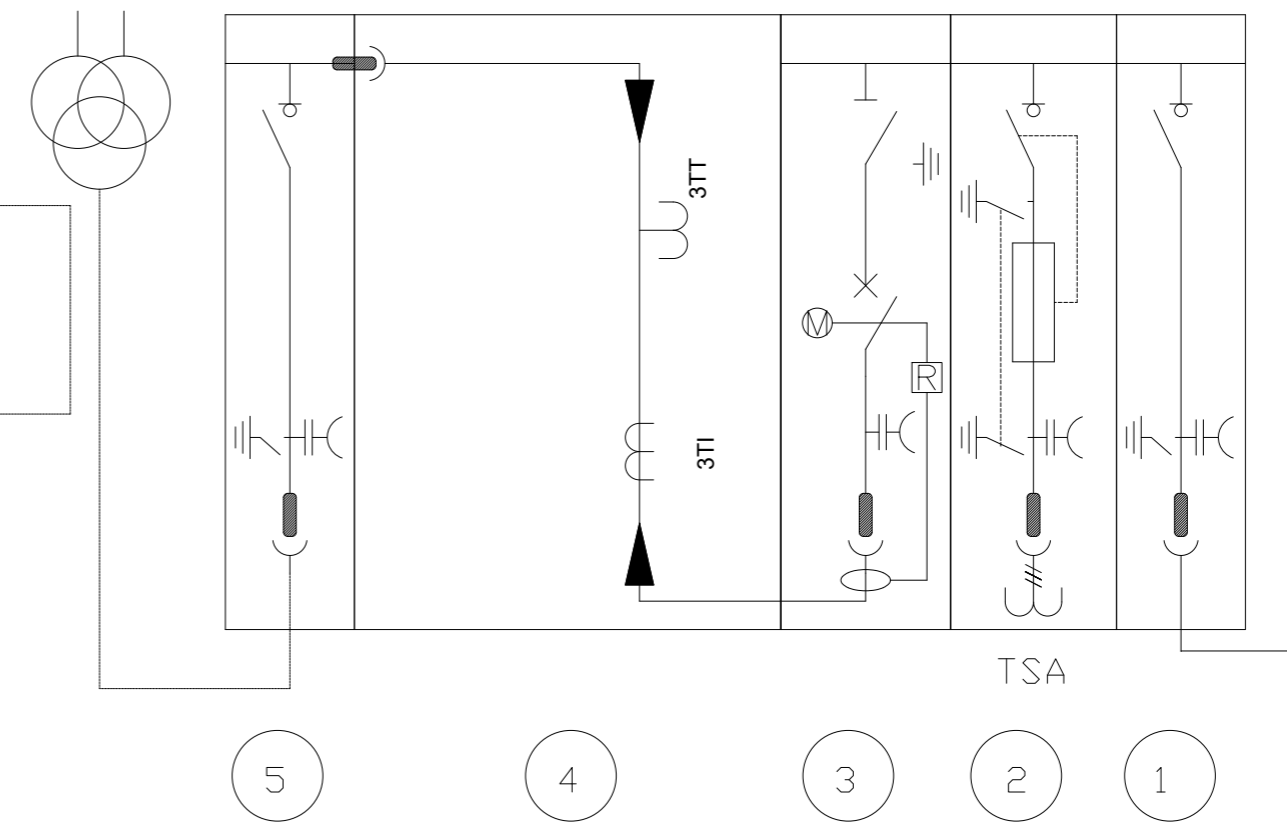
F



CHAPA DEFENSA DE TRAF0



T1  
20/0,8 kV  
2750 kVA



A

B

C

D

E

F

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
D					
C					
B					
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL

DATE	SCALE	S/E
06/22	DRAWN	C.M.P.
06/22	CHECKED	M.A.M.
06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**  
**HIB ALBA DE TORMES**  
PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

CAD Vers.: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0005	Page Vers.: A
Name Collection: CENTRO TRANSF.	Page: 00
Cont: -	

1 2 3 4 5 6 7 8



1 2 3 4 5 6 7 8

A A

B B

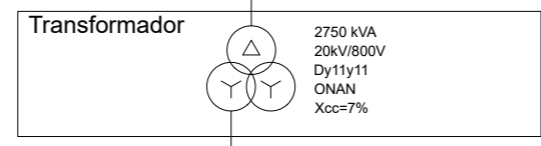
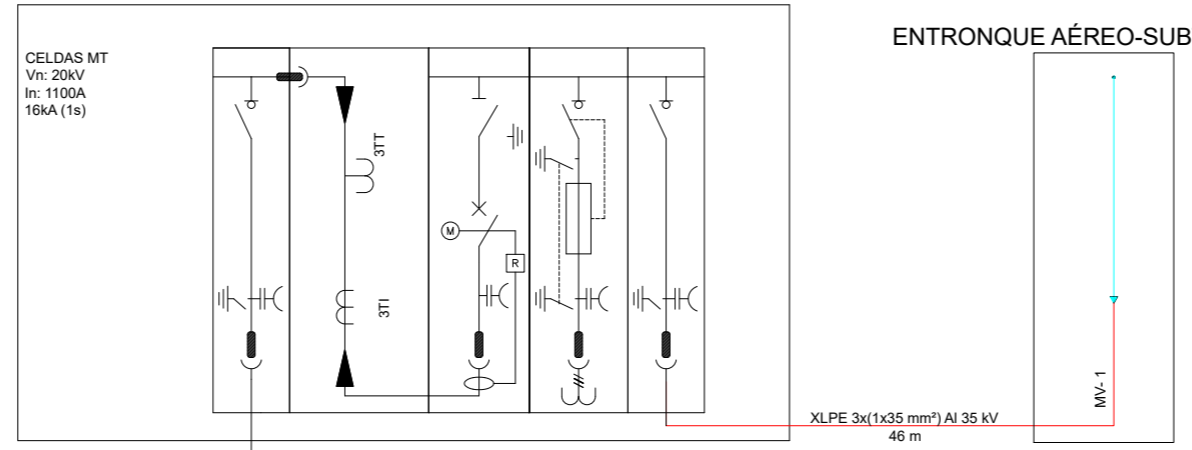
C C

D D

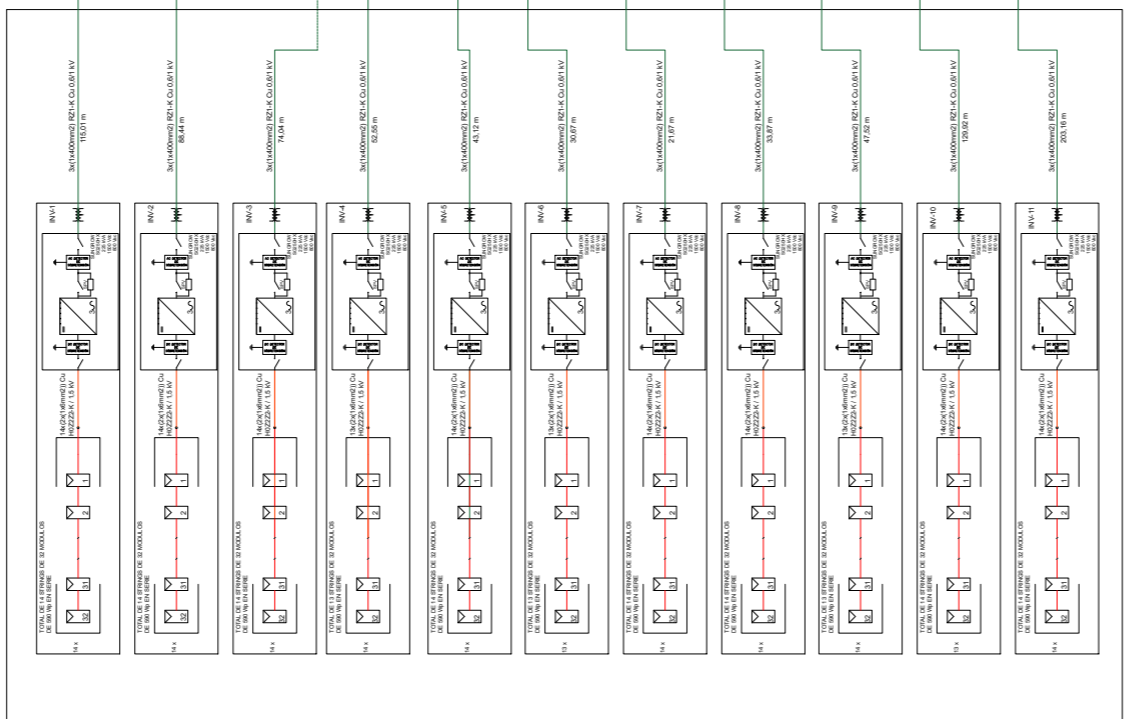
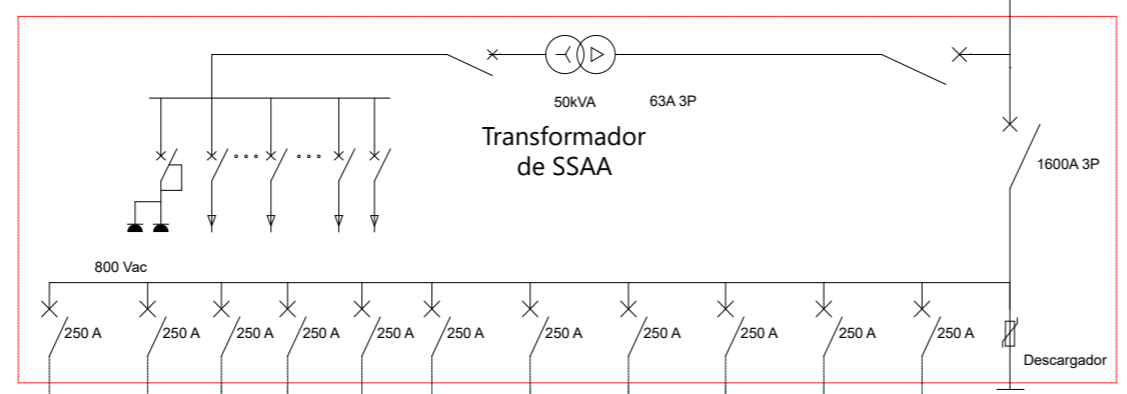
E E

F F

CELDAS MT CT1



Cuadro general de baja tensión



Detalle 1  
Ver página 01

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
D					
C					
B					
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL

DATE	SCALE	S/E
06/22	DRAWN	C.M.P.
06/22	CHECKED	M.A.M.
06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**

**HIB ALBA DE TORMES**

ESQUEMA UNIFILAR BT

Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

**EOSOL**

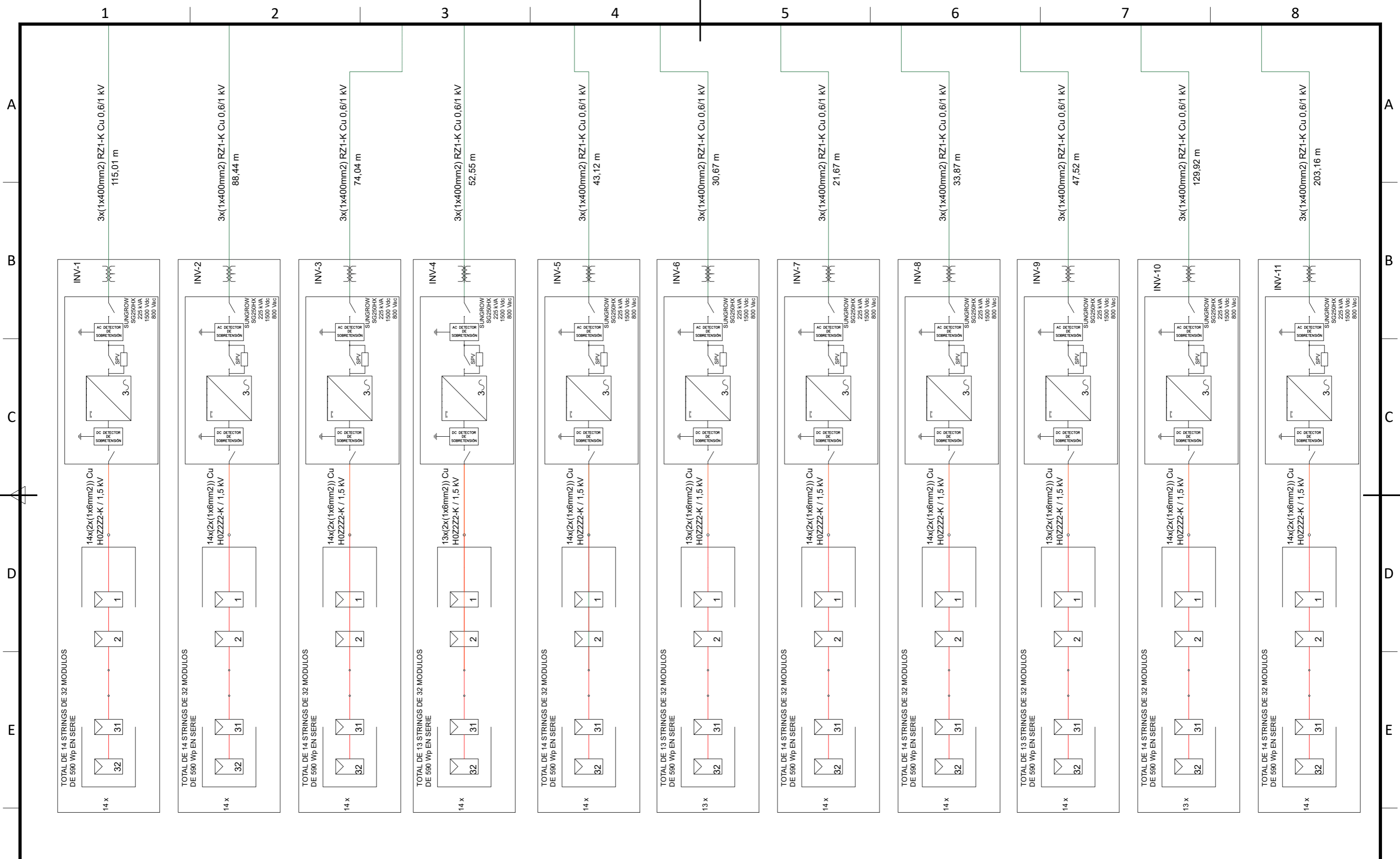
CAD Vers.: Page Vers.: A

Name Collection: UNIFILAR BT Page: 00

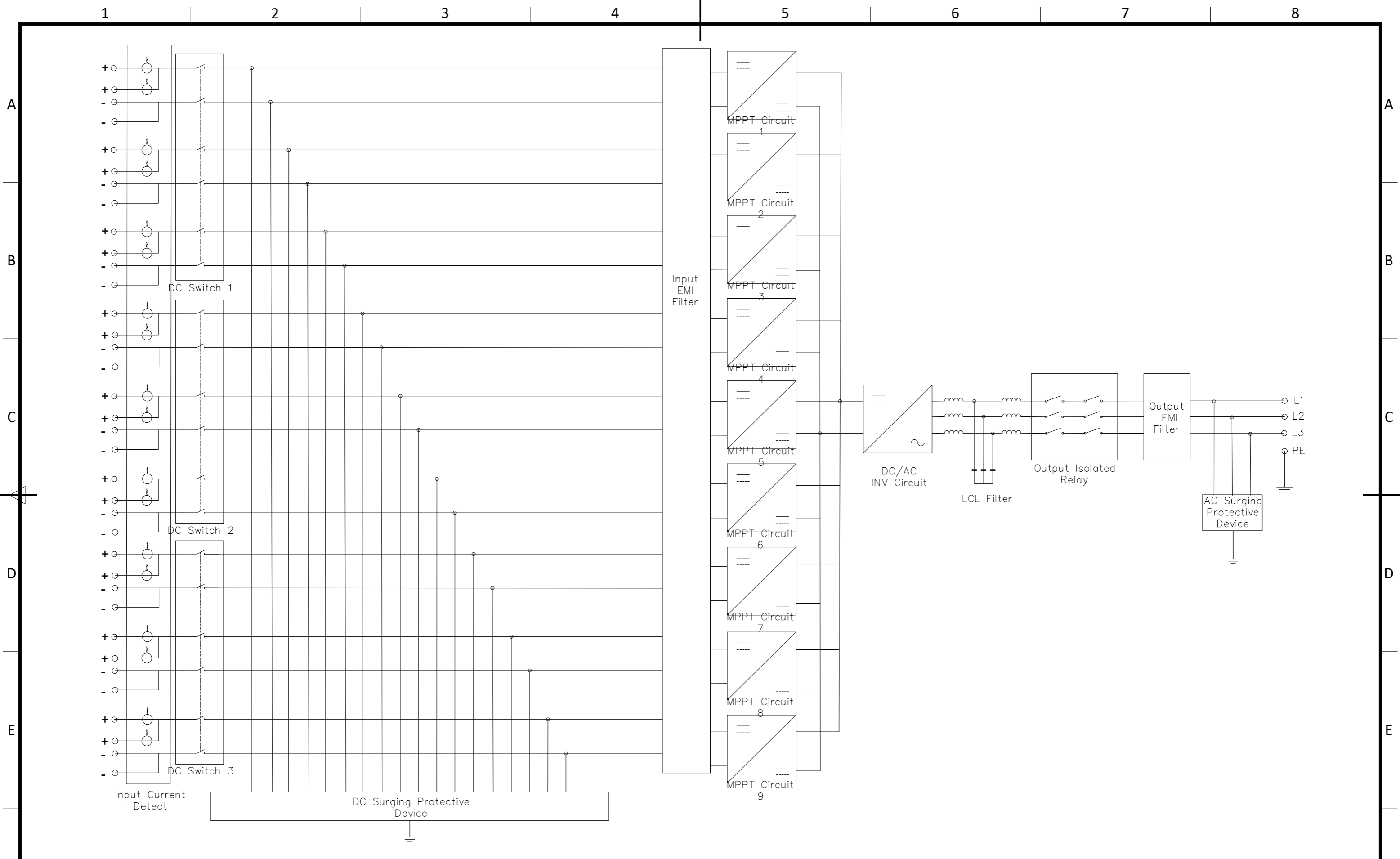
Cont: 01

CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-SLD-0001

1 2 3 4 5 6 7 8



D						DATE	SCALE	S/E	ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.		
C					06/22	DRAWN	C.M.P.	CAD Vers.:			Page Vers.: A
B					06/22	CHECKED	M.A.M.	Name Collection			Page: 01
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.		06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.	ESQUEMA UNIFILAR BT	Cont: 02	
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION				Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)	CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-SLD-0001	



D						DATE	SCALE S/E	ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.		
C					06/22	DRAWN C.M.P.	CAD Vers.:			Page Vers.: A
B					06/22	CHECKED M.A.M.	Name Collection UNIFILAR BT Page: 02 Cont: -			
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	06/22	REVISED-EDPR R.P.H.	ESQUEMA UNIFILAR BT		
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	Format A3		Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)		

1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

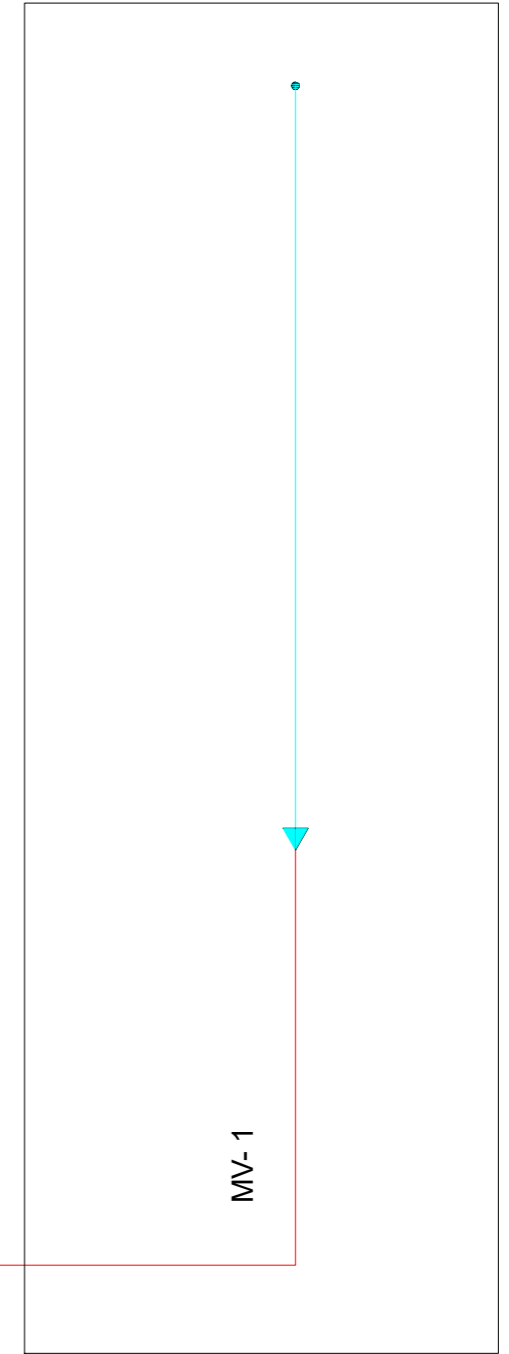
C

D

E

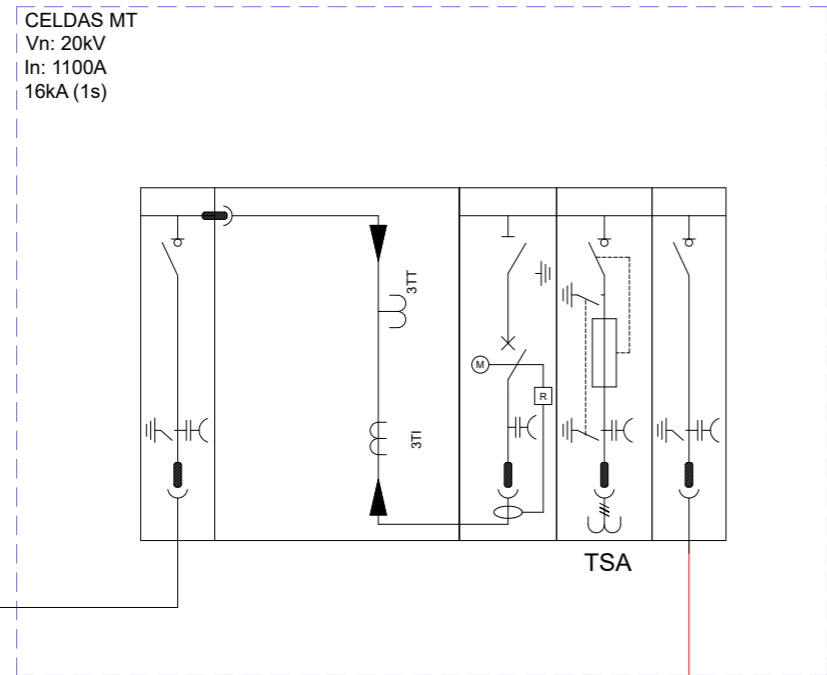
F

INSTALACIÓN PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES



XLPE 3x(1x35 mm<sup>2</sup>) Al 35 kV  
46 m

CELDAS MT CT1



CELDAS MT  
Vn: 20kV  
In: 1100A  
16kA (1s)

T1  
20/0,8 kV  
2750 kVA

ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.

HIB ALBA DE TORMES

ESQUEMA UNIFILAR MT

Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)



CAD Vers.: Page Vers.: A

Name Collection Page: 00  
UNIFILAR MT Cont: -

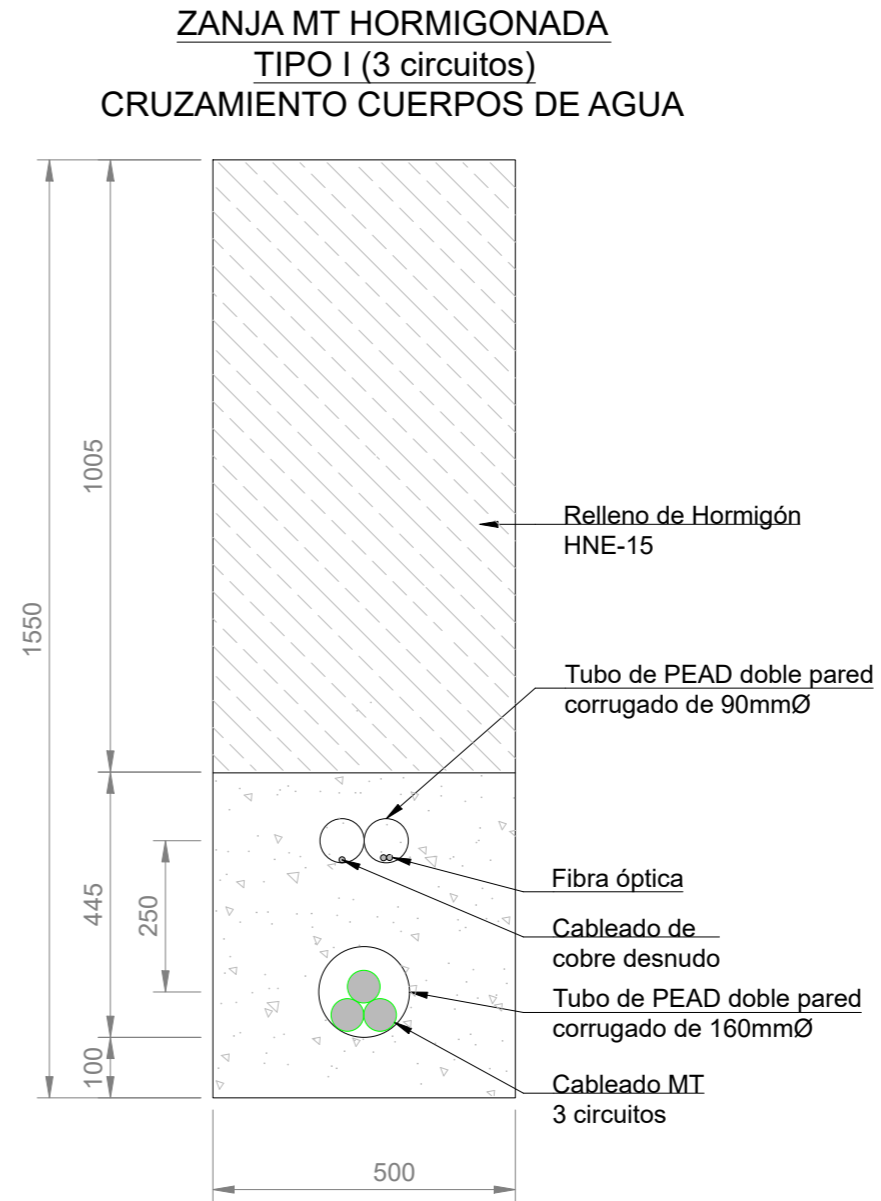
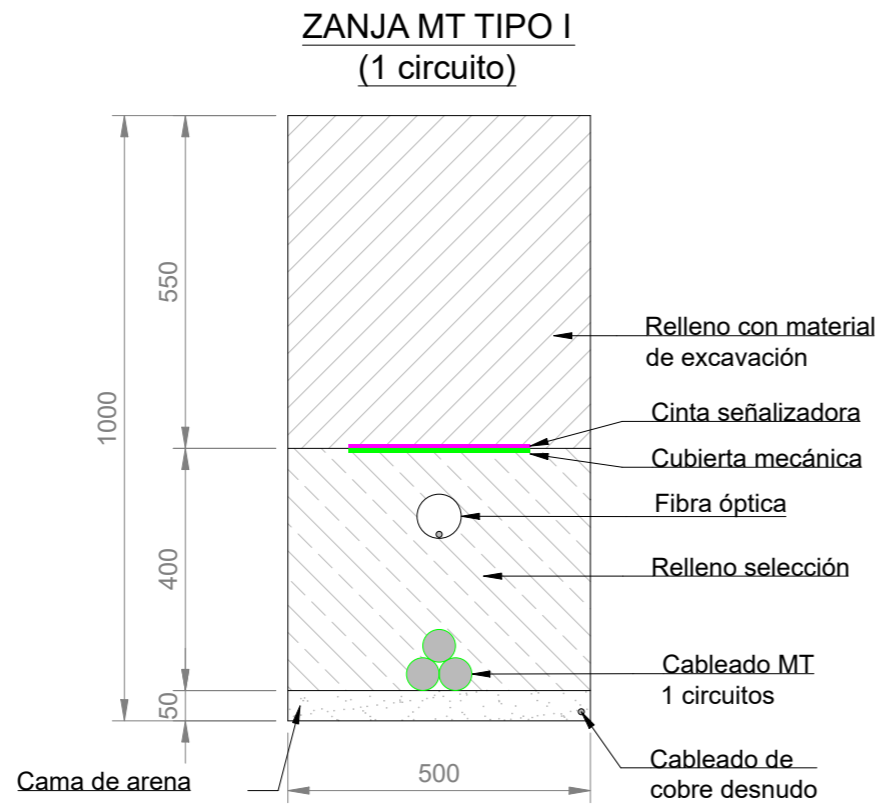
CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-SLD-0002

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
D					
C					
B					
A	10/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL

DATE	SCALE	S/E
05/22	DRAWN	C.M.P.
05/22	CHECKED	M.A.M.
05/22	REVISED-EDPR	R.P.H.

1 2 3 4 5 6 7 8

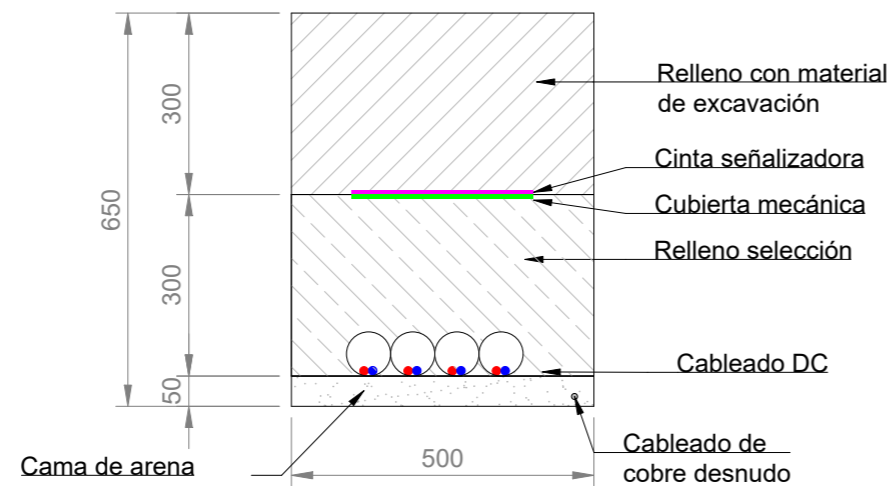
# ZANJAS MT



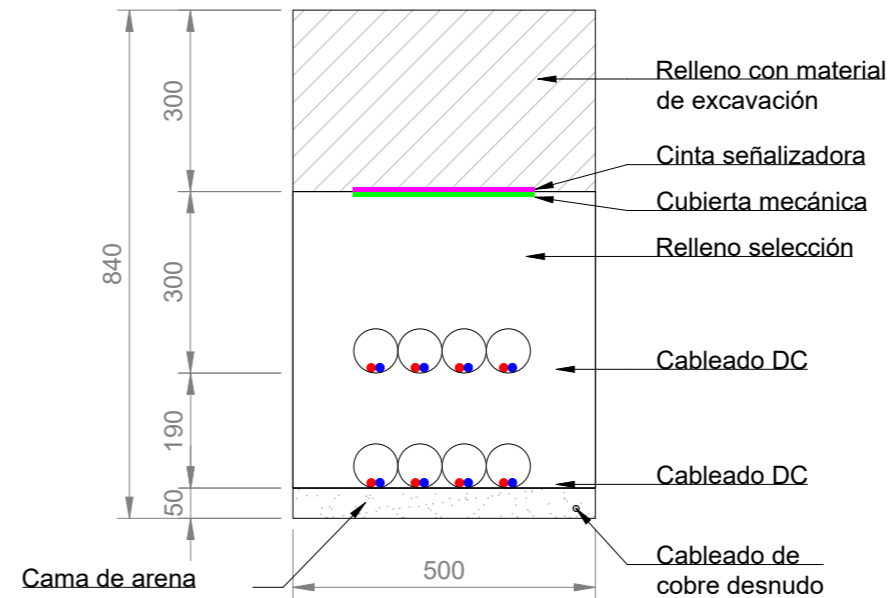
D						DATE	SCALE S/E	ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.			
C						06/22	DRAWN C.M.P.			CAD Vers.:	Page Vers.: A
B						06/22	CHECKED M.A.M.			Name Collection	Page: 00
A	10/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	06/22	REVISED-EDPR R.P.H.	PLANO DE SECCIONES DE ZANJAS	SECCIONES DE ZANJAS	Cont: 01	
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION		Format A3	Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)	CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-DWG-0002		

# ZANJAS BT

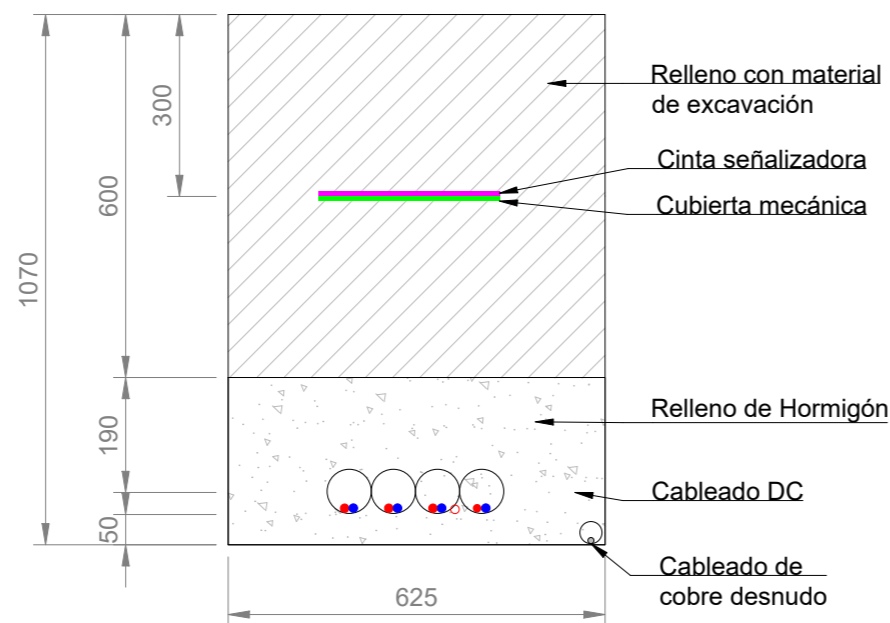
**ZANJA BT - DC TIPO I**  
(1 - 4 circuitos)



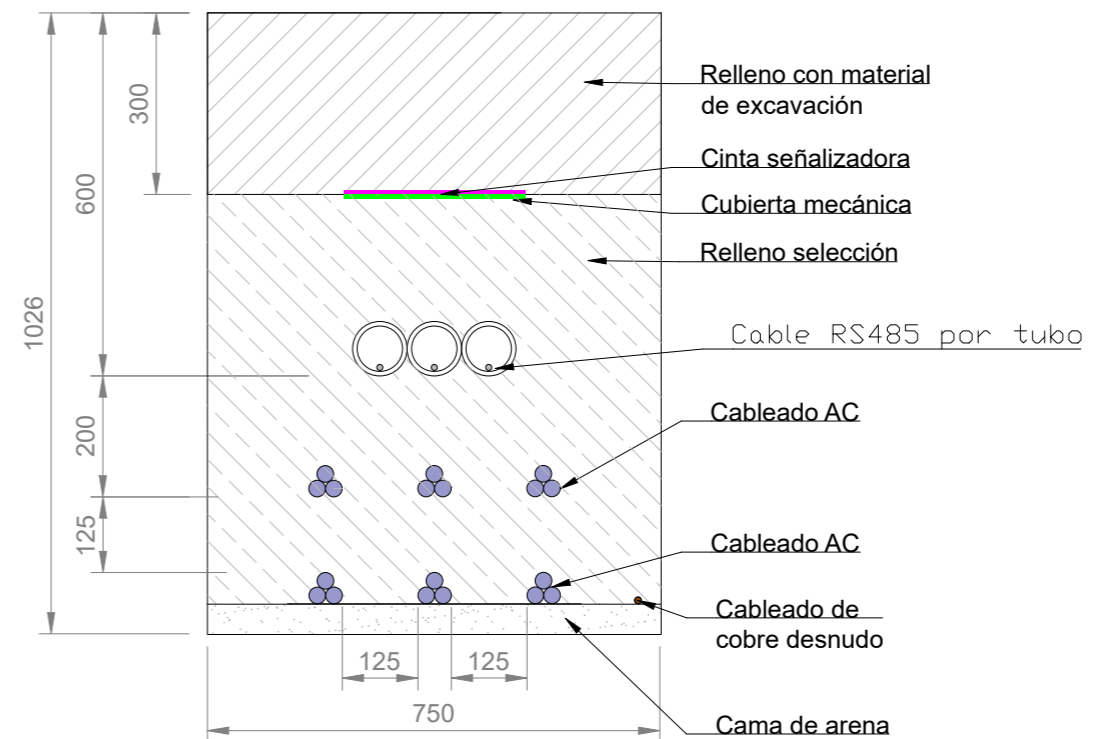
**ZANJA BT - DC TIPO II**  
(5 - 8 circuitos)



**ZANJA BT - AC HORMIGONADA TIPO I**  
(1 - 4 circuitos)



**ZANJA BT - AC TIPO II**  
(5 - 8 circuitos)



D										DATE	SCALE	S/E
C										06/22	DRAWN	C.M.P.
B										06/22	CHECKED	M.A.M.
A	10/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.						06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR								Format A3

DATE	SCALE	S/E
06/22	DRAWN	C.M.P.
06/22	CHECKED	M.A.M.
06/22	REVISED-EDPR	R.P.H.

**ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.**

**HIB ALBA DE TORMES**

PLANO DE SECCIONES DE ZANJAS

Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

**EOSOL**

CAD Vers.: Page Vers.: A

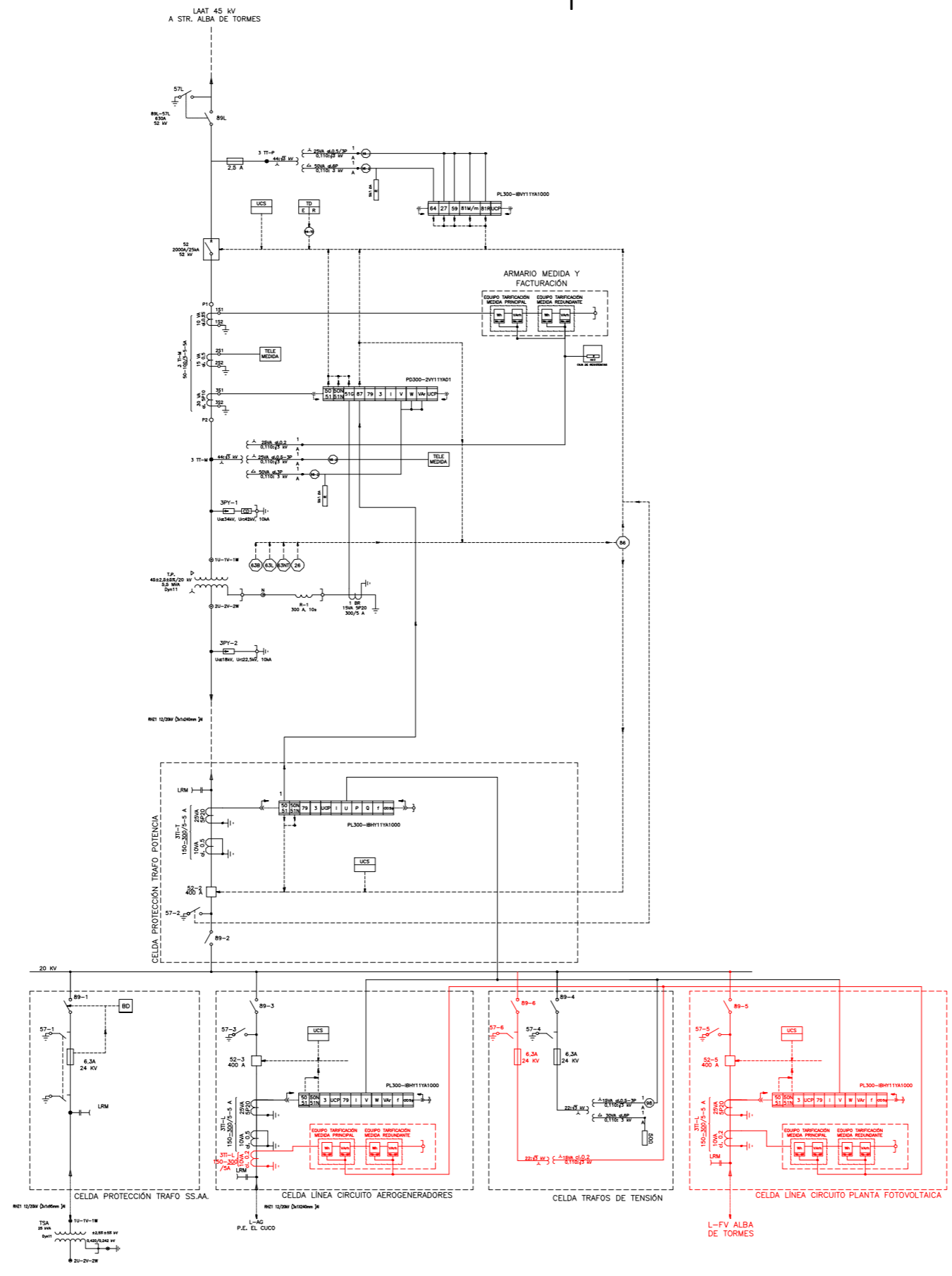
Name Collection Page: 01

SECCIONES DE ZANJAS Cont: -

CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-ELE-DWG-0002

1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F



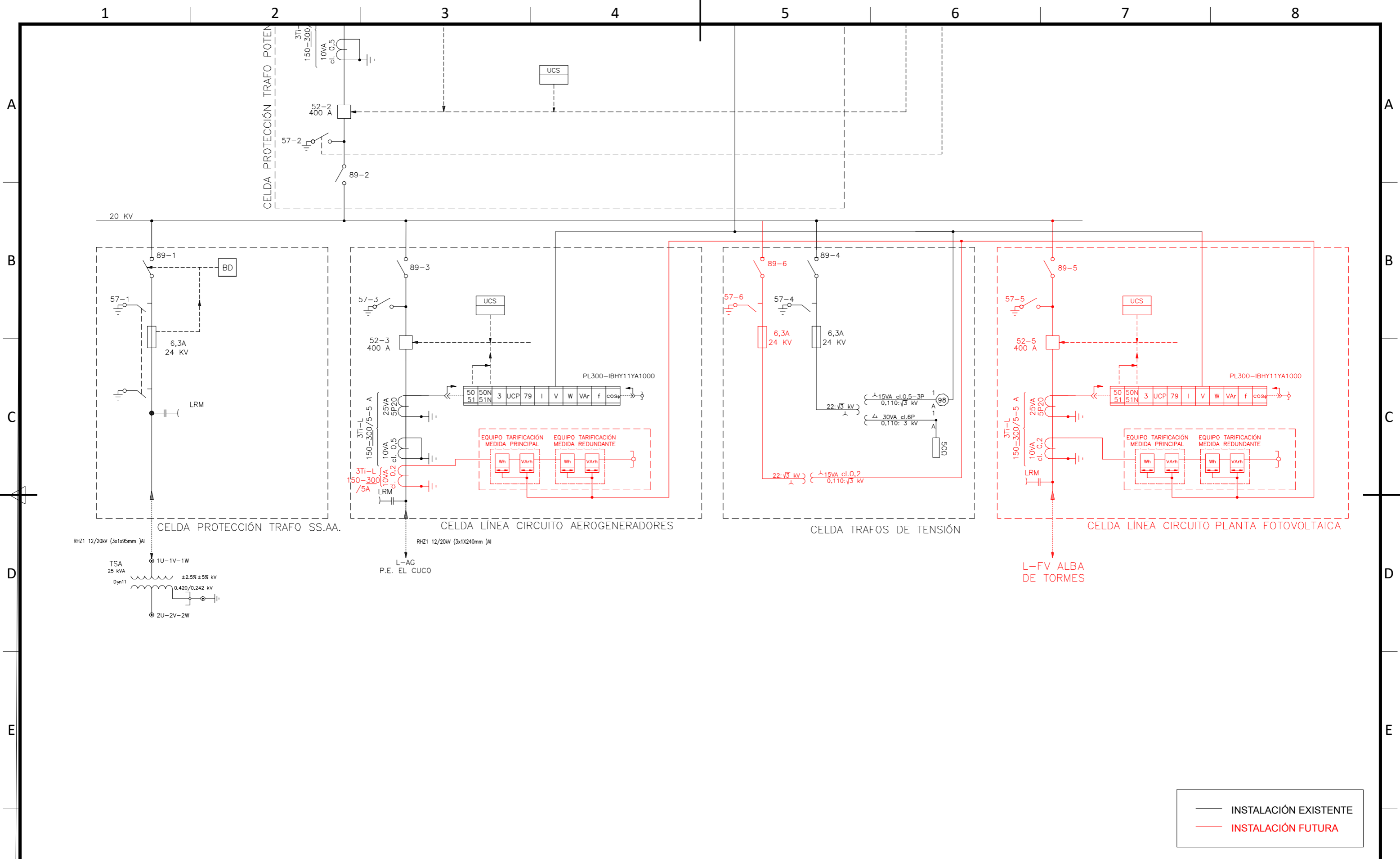
— INSTALACIÓN EXISTENTE  
 — INSTALACIÓN FUTURA

D						DATE	SCALE S/E
C						06/22	DRAWN C.M.P.
B						06/22	CHECKED M.A.M.
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	06/22	REVISED-EDPR R.P.H.
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	Format A3	

ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.
<b>HIB ALBA DE TORMES</b>
ESQUEMA DE MEDIDA DE HIBRIDACIÓN
Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)

CAD Vers.: Page Vers.: A	
Name Collection	Page: 00
ESQUEMA DE MEDIDA	Cont: 01
CAD N°: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0006	

1 2 3 4 5 6 7 8



— INSTALACIÓN EXISTENTE  
 — INSTALACIÓN FUTURA

D						DATE	SCALE S/E	ENERGÍA EÓLICA GAVIA S.L.	
C					06/22	DRAWN C.M.P.	CAD Vers.: Page Vers.: A		
B					06/22	CHECKED M.A.M.	Name Collection Page: 01		
A	17/06/2022	C.M.P.	M.A.M.	R.P.H.	EDICIÓN INICIAL	06/22	REVISED-EDPR R.P.H.	ESQUEMA DE MEDIDA DE HIBRIDACIÓN	Cont: -
EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION		Format A3	Término municipal de Alba de Tormes, Salamanca (ESPAÑA)	
	1		2					6	7

CAD Nº: 0101GCU00662-100-EOS-CIV-DWG-0006





**ANEXO III – MEMORIA RBDA**  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	11/08/2022
<b>Revisión</b>	1

## Contenido

---

1. OBJETO	3
2. CARÁCTERÍSTICAS DEL PROYECTO	4
3. SUPERFICIES AFECTADAS	5

## 1. OBJETO

---

El presente apartado tiene por objeto componer un documento individualizado para las afecciones sobre las parcelas a ocupar para la implantación e instalación de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes, además de su línea de evacuación, que transcurre a través de la localidad de Alba de Tormes hasta su interconexión con las instalaciones eléctricas existentes en el Parque Eólico Alba de Tormes.

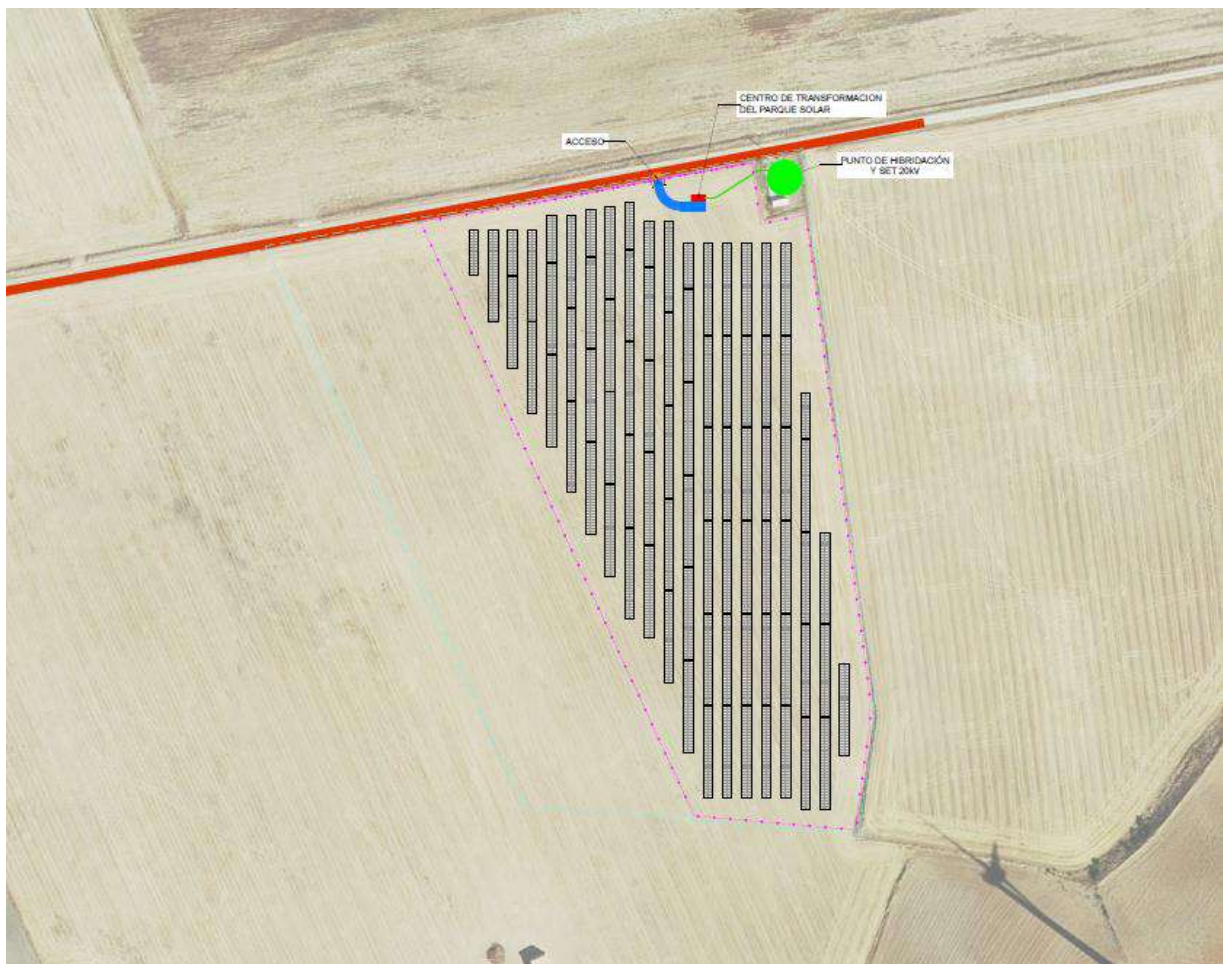


Ilustración 1. Implantación PSFV de Hibridación de la Parque Eólico Alba de Tormes

## 2. CARÁCTERÍSTICAS DEL PROYECTO

---

Energía Eólica Gavia S.L. es la sociedad promotora de la Planta Solar Fotovoltaica para la Hibridación del Parque Eólico Alba de Tormes de 2,475 MW de potencia instalada y su línea de evacuación, situadas en Alba de Tormes, municipio que pertenece a la provincia de Salamanca, al sur de la localidad de Alba de Tormes.

La instalación se conectará a la línea de evacuación de 20 kV del Parque Eólico Alba de Tormes, cuyo punto de interconexión con nuestra planta se encuentra a 46 metros aproximadamente. La superficie total de la planta será de 3,696 Ha sobre suelo rústico común, utilizando un total de 4.864 módulos fotovoltaicos bifaciales.

El acceso hasta la planta se realizará desde el sur. Existe un camino rural que es válido para acceder al área de implantación. A este camino se puede acceder por dos vías:

- Desde el oeste, por la carretera CL-510.
- Desde el este, por el Camino Viejo de Navales, que conecta la zona urbana del municipio de Navales con la carretera DSA-151.

Los viales tendrán una sección de 4 metros y una afección temporal de 5 metros a un lado en la adecuación de caminos existentes.

La energía eléctrica generada en a la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes se evacua a las instalaciones eléctricas existentes del Parque Eólico Alba de Tormes 20 kV con cables directamente enterrados en zanjas. La longitud de la evacuación subterránea es de 46 metros aproximadamente, partiendo desde el centro de transformación situado dentro de la zona de implantación fotovoltaica y llegando hasta el Parque Eólico Alba de Tormes. La central eólica tiene su propia instalación de evacuación a la red de distribución, que cumplirá la misma función para evacuar la potencia generada por la planta fotovoltaica.

### 3. SUPERFICIES AFECTADAS

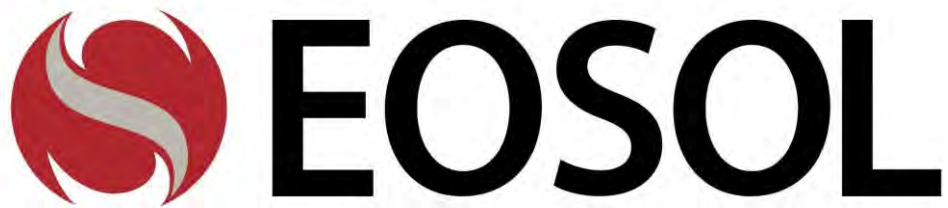
---

Las parcelas destinadas a las instalaciones se sitúan en las siguientes parcelas del municipio Alba de Tormes (Salamanca),

Como se muestra en la Tabla 1, a continuación:

Referencia catastral	Polígono	Parcela	Superficie de Zanja (m2)	Superficie Total de Viales (m2)	Afección de Planta Fotovoltaica (m2)	Superficie de Ocupación Definitiva (m2)	Superficie de Ocupación Temporal (m2)
37008A50500048	505	00048	0	5,23	36.964,58	36.969,81	6,54

Las afecciones de la infraestructura quedan reflejadas en el Plano parcelario de afecciones, incluido en el Anexo II. Planos.



**ANEXO IV – HIBRIDACIÓN**  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	17/06/2022
<b>Revisión</b>	0

## Contenido

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA HIBRIDACIÓN	4
3. VERIFICACIÓN DE VALIDEZ DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES	6
4. MEDIDA DE LA ENERGÍA	8

## 1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

---

El proyecto de Planta Solar Fotovoltaica para la Hibridación del Parque Eólico Alba de Tormes de 2,475 MW instalados se desarrolla con el fin de construir una central de generación fotovoltaica que complemente la producción del Parque Eólico Alba de Tormes.

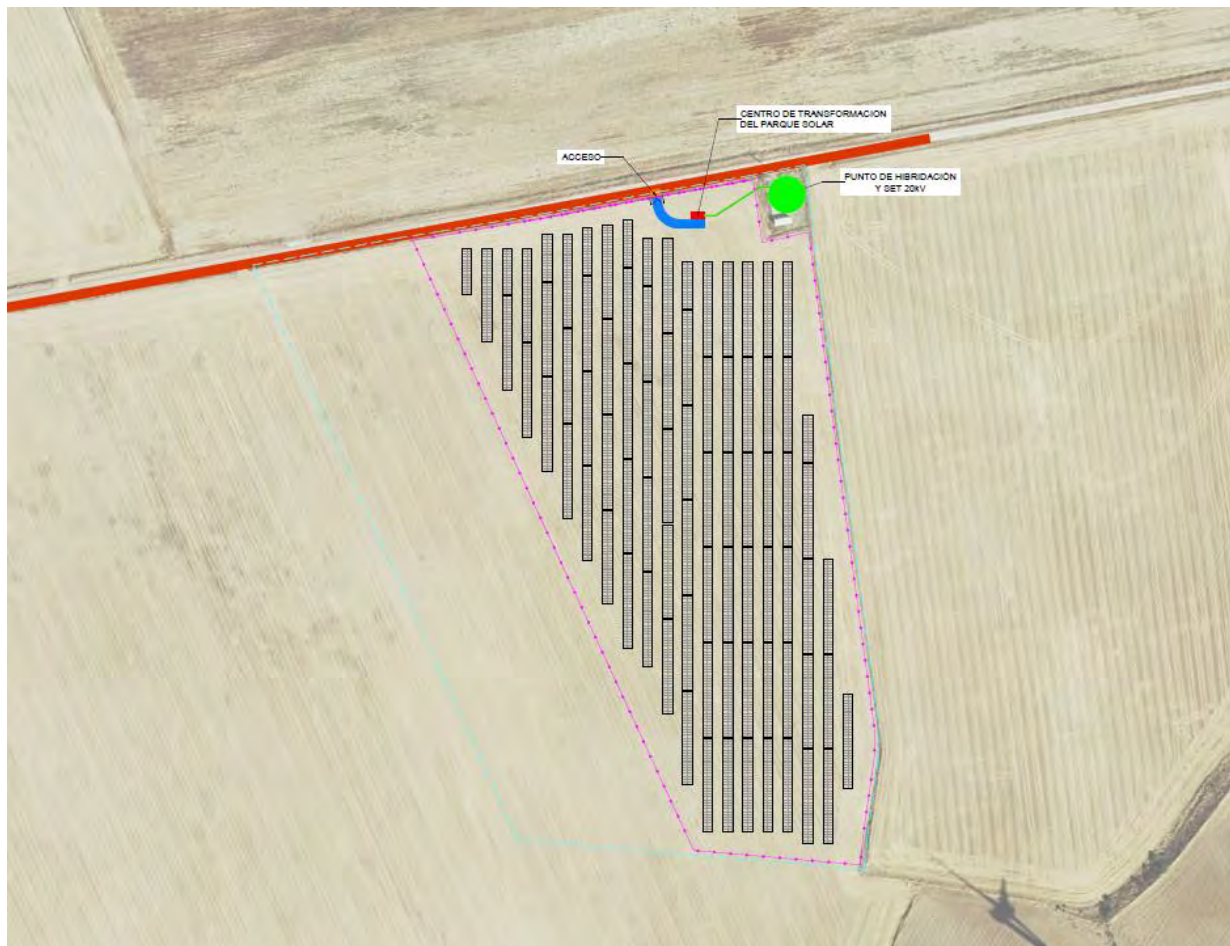
En este marco, se plantea un proyecto de hibridación, donde se pretende complementar la energía generada por la central eólica con el de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes, de manera que aumente la producción energética, con la premisa que la potencia generada por el conjunto de ambas instalaciones nunca sobrepase la potencia contratada del parque eólico, 4,5 MW, como se recoge en 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.

De esta manera, la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes tendrá las siguientes potencias:

- Potencia pico: 2,86 MWp
- Potencia instalada: 2,475 MW

Ambos exportarán su potencia en el mismo nodo de la Hibridación del Parque Eólico Alba de Tormes. Para ello, se plantea la interconexión con de la subestación existente Cuco, que en la actualidad opera para evacuar la energía producida por el Parque Eólico Alba de Tormes.





**Ilustración 1. Tramo de evacuación de Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes**

El titular o promotor del proyecto es Energía Eólica Gavia S.L. con CIF B98245293 y domicilio social Calle Santa Lucia, 1 - K, Churriana de la vega, 18194, Granada.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA HIBRIDACIÓN

La finalidad del proyecto es la Hibridación del conjunto formado por la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes, y el Parque Eólico Alba de Tormes con el que comparte punto de acceso a la red, lo que permitirá un aprovechamiento de infraestructura conexión a red existente, maximizando la energía generada.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto-ley 23/2020, en su Artículo 3, apartado Cinco, se amplía el artículo 33 de la Ley 24/2013 en los siguientes términos:

“«12. Los titulares de los permisos de acceso de instalaciones de generación de energía eléctrica 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, siempre que la nueva instalación cumpla con los requisitos técnicos que le sean de aplicación.»

De acuerdo con esta disposición, el acceso y conexión de la la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes hace uso del ya concedido al Parque Eólico Alba de Tormes con el que se hibrida, por lo que no se solicita uno nuevo.

La Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes generará energía eléctrica de forma complementaria al Parque Eólico Alba de Tormes de tal forma que ambas conformarán una planta híbrida. Ambas instalaciones de generación poseen perfiles de generación complementarios tanto a nivel estacional en el año como a nivel diario entre el día y la noche. La hibridación de estas instalaciones de generación permitirá además una mejora sustancial del aprovechamiento de la infraestructura de conexión a la red ya existente.

La hibridación del conjunto a nivel eléctrico se plantea en 20 kV, ubicándose el punto de conexión en la subestación existente de evacuación del parque eólico.

El circuito de media tensión en 20 kV proveniente de la Planta de Hibridación Fotovoltaica acometerá la conexión en la subestación existente de evacuación que actualmente evacua la energía producida por el parque eólico.

La construcción de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes implicará:

- 1) Adecuación de la subestación existente de evacuación del parque eólico, incluyendo:
  - Una (1) celda de línea de 20 kV.
  - Un (1) transformador de intensidad clase 0,2S para la celda de línea del parque eólico
  - Un (1) transformador de tensión clase 0,2 para la celda de medida de barras de 20 kV.
  - Cuatro (4) contadores de medida.
  
- 2) La Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes tendrá reguladores de potencia que controlen la evacuación del parque eólico y que limiten la producción para no sobrepasar la potencia de evacuación total permitida. Esto se realizará mediante un PPC (Power Plant Controller) que gestionará en conjunto el parque eólico y la planta fotovoltaica para garantizar lo indicado anteriormente. La comunicación entre ambas instalaciones de generación (eólica y fotovoltaica), como así también la comunicación con la distribuidora se realizará a través de fibra óptica.

- 3) La Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes tendrá reguladores de potencia reactiva que ayude a cumplir al parque eólico el RD413 y de esta manera reducir la penalización por reactiva existente.
- 4) La medida de facturación del parque eólico es existente, estando ubicada en la subestación, en el lado de 45kV.  
La medida de facturación del parque eólico tendrá que incluirse en la celda de línea de 20 kV, de forma que sea independiente a la medida de facturación de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes.  
La medida de facturación de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes estará ubicada en la celda de línea de 20kV de la subestación.  
Así mismo, la medida de punto frontera también debe de ser existente ubicándose en un centro de medida cercano o en la propia subestación de la distribuidora.

### 3. VERIFICACIÓN DE VALIDEZ DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES

---

En este apartado se verificará el cumplimiento de los criterios térmico y de caída de tensión para el tramo de evacuación subterránea entre el centro de transformación de la planta fotovoltaica y la subestación Cuco.

#### CRITERIO TÉRMICO

El primer dato a tener en cuenta es que la potencia máxima que se va a evacuar es el sumatorio de la potencia máxima de cada uno de los inversores (11 x 250 kVA), luego la intensidad que deberá transportar cada cable será:

$$I(A) = \frac{S(VA)}{\sqrt{3} * U(V)} = \frac{2.750.000}{\sqrt{3} * 20.000} = 79,39 A$$

Seguidamente hay que tomar los coeficientes de corrección necesarios para la instalación que se va a disponer. En este caso el coeficiente de corrección por temperatura, el cual se refiere a la temperatura del terreno (la cual se estima en 30°C), sería  $K_T=0,96$ , y una temperatura de servicio permanente de 90°C.

El segundo coeficiente que se tiene en cuenta es el que hace referencia a la forma de instalar los cables subterráneos. En este caso hay una terna de cables y se colocarán directamente enterrados en el terreno, el coeficiente es  $K_I= 1$ .

También se debería de aplicar un factor de corrección, según la resistividad del terreno, en este caso este factor se considera 1.

Por último, se considera el factor de corrección para profundidad de la instalación distintas a las de 1 m. En este caso se considera una profundidad de 1 m, con lo que el factor de corrección es de 1.

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

*Ilustración 2: Factores de corrección por temperatura*

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

*Ilustración 3: Factores de corrección distancia entre ternos*

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

*Ilustración 4: Factores de corrección por profundidad de instalación.*

Sección (mm2)	EPR		Sección (mm2)	XLPE		Sección (mm2)	HEPR	
	Cu	Al		Cu	Al		Cu	Al
25	125	96	25	130	100	25	135	105
35	145	115	35	155	120	35	160	125
50	175	135	50	180	140	50	190	145
70	215	165	70	225	170	70	235	180
95	255	200	95	265	205	95	280	215
120	290	225	120	300	235	120	320	245
150	325	255	150	340	260	150	360	275
185	370	285	185	380	295	185	405	315
240	425	335	240	440	345	240	470	365
300	480	375	300	490	390	300	530	410
400	540	430	400	560	445	400	600	470
500	580	465	500	610	505	500	650	540

### Ilustración 5: Intensidades máximas admisibles.

Si se selecciona una sección de 35 mm<sup>2</sup> (cable de aluminio, aislamiento XLPE RH5Z1), observamos en la tabla que se muestra en la ilustración 23, que presenta una intensidad máxima admisible de 120 A y se aplican los factores de corrección mencionados anteriormente para minorar dicha intensidad:

$$I_{real}(A) = ITABLA * KT * KI = 120 * 1 * 0,96 * 1 * 1 = 115,2 > 79,39 A \text{ cumple}$$

Por lo tanto, elegimos un cable de sección 35 mm<sup>2</sup> de aluminio y aislamiento XLPE RH5Z1.

## CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN DESDE EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN HASTA EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Caída de tensión en el tramo entre el centro de centro de transformación de la planta fotovoltaica y el punto de conexión con la instalación de media tensión de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes (46 metros), con cable de sección 35 mm<sup>2</sup> de aluminio y recubrimiento HEPR, y considerando la potencia máxima de evacuación de la Planta de Hibridación Fotovoltaica (2,75 MW):

$$\Delta V = \sqrt{3} * L * I * \frac{R * \cos\phi + X * \sen\phi}{N^{\circ}circuitos^2} = \sqrt{3} * 0,04587 * 57,74 * \frac{1,056 * 1 + 0,136 * 0}{1^2} = 4,84 V \approx 0,02\%$$

La caída de tensión es inferior al 1,5%, por lo que las secciones son válidas de acuerdo con este criterio.

## 4. MEDIDA DE LA ENERGÍA

Según fija el RD 413/2014 de 6 de junio, así como el RD 1183/2020 de 29 de diciembre, a lo largo de su articulado, se diferenciará la energía generada por la instalación de generación existente de la generada por la instalación híbrida de generación objeto del presente proyecto a los efectos de poder calcular la energía imputable a cada uno de ellos.

Se instalarán contadores principales y redundantes combinados de activa/reactiva que permitan la discriminación de la energía generada por ambas instalaciones de generación. Igualmente, se instalará un sistema de control coordinado que garantizará en todo momento no se superará la capacidad de acceso máxima que puede evacuar a la red el conjunto de la instalación híbrida.

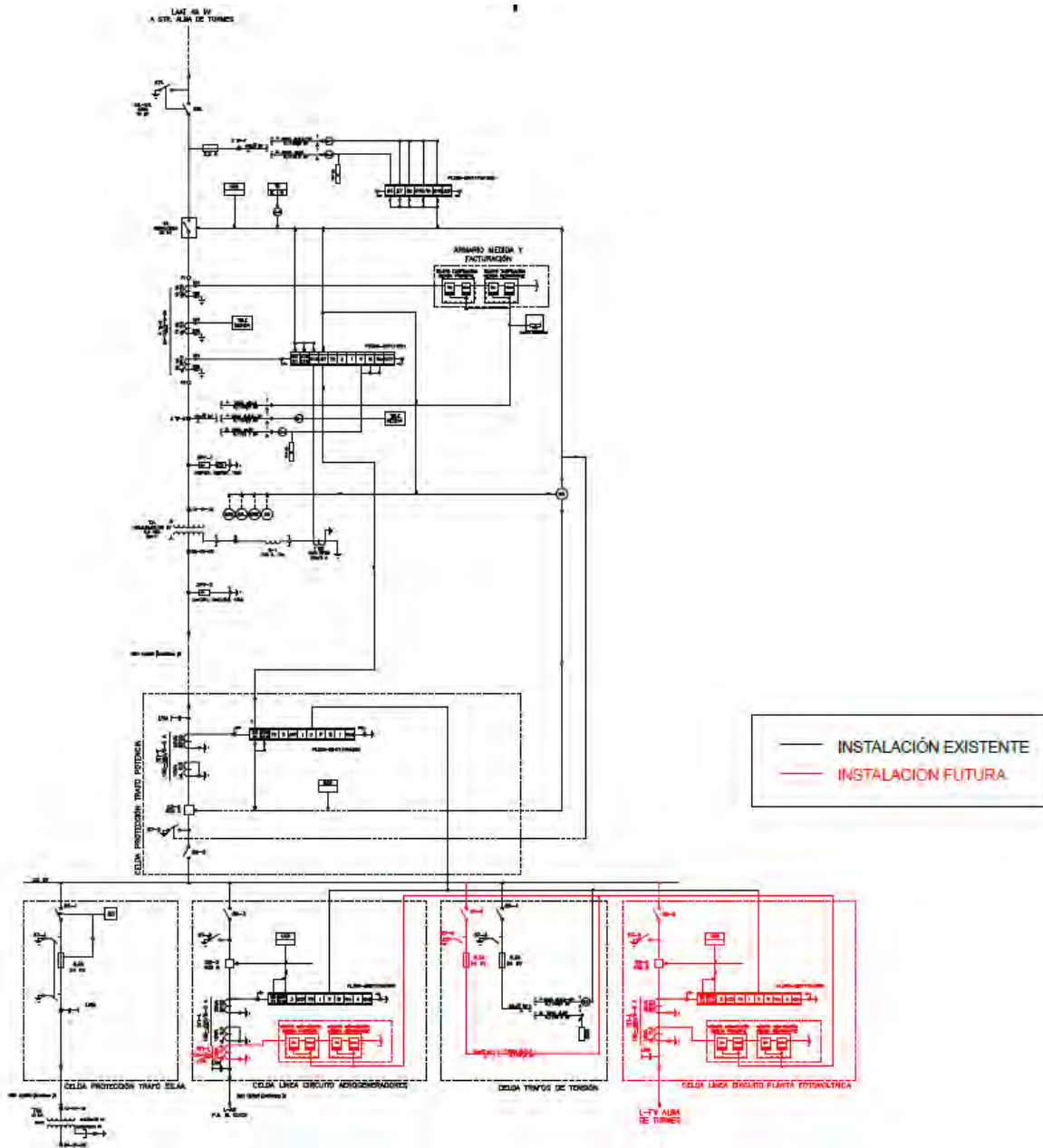
Para ello, se instalará un equipo de medida principal + redundante, por cada instalación de generación, de acuerdo con las prescripciones del R.D. 1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida del Sistema Eléctrico (y en acuerdo con la Compañía Distribuidora) y con la Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Cumpliendo con la normativa indicada en el párrafo anterior, se instalarán contadores de energía activa de clase menor o igual a 0,2S y reactiva de clase menos o igual a 0,5 para medida principal y redundante. Los transformadores de intensidad serán de clase 0,2s mientras que los transformadores de tensión de clase 0,2.

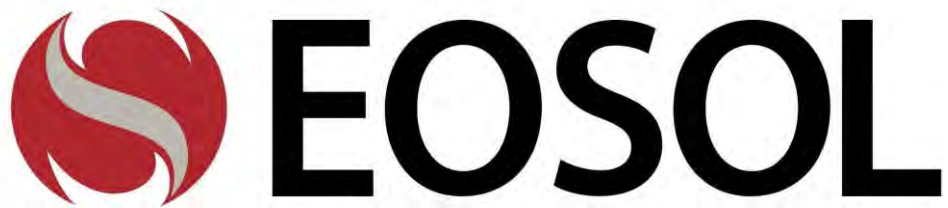
La medida de la planta fotovoltaica se realizará en la celda de línea de 20 kV en la subestación.

La medida del parque eólico actualmente se realiza en alta tensión. Será necesario realizar la medida en la celda de línea de 20 kV para independizar la medida de ambas instalaciones.

La medida existente realizada en el lado de 45 kV se utilizará como medida totalizadora.



*Ilustración 6: Esquema de medida hibridación.*



**ANEXO V – PLIEGO DE  
CONDICIONES TÉCNICAS**  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	17/06/2022
<b>Revisión</b>	0



## Contenido

1	PLIEGO DE CONDICIONES	4
1.1	DISPOSICIONES GENERALES	4
1.1.1	SEGURIDAD EN EL TRABAJO	4
1.1.2	GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL	4
1.1.3	CARACTERÍSTICAS PARA LA EJECUCIÓN POR CONTRATA	5
1.2	COMPONENTES Y MATERIALES	5
1.2.1	GENERALIDADES	5
1.2.2	SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS	6
1.2.3	ESTRUCTURA SOPORTE	7
1.2.4	INVERSORES	8
1.2.5	CABLEADO	10
1.2.6	CONEXIÓN A LA RED	10
1.2.7	MEDIDAS	10
1.2.8	PUESTA A TIERRA	10
1.2.9	MEDIDAS DE SEGURIDAD	11
1.2.10	RECEPCIÓN Y PRUEBAS	11
1.2.11	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA	13
1.2.12	CONDICIONES GENERALES DE LAS CELDAS GIS DE AT Y MT	16
1.3	CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE OBRA CIVIL	20
1.3.1	LIBRO DE INCIDENCIAS	20
1.3.2	MARCAS DE FABRICACIÓN	20
1.3.3	RELLENOS	21
1.3.4	HORMIGONES	21
1.3.5	ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES	21
1.3.6	MORTEROS	22
1.3.7	CEMENTOS	22
1.3.8	AGUA	22
1.3.9	ARMADURAS	23
1.3.10	ACEROS LAMINADOS	23

1.3.11	CANALIZACIONES	23
1.3.12	MATERIALES PREFABRICADOS	24
1.3.13	VIALES	25
1.3.14	CERRAJERÍA	25
1.3.15	PIEZAS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO	25
1.3.16	MATERIALES SIDERÚRGICOS: CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS	26
1.3.17	LAMINADOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS	26
1.3.18	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	26
1.3.19	MOVIMIENTO DE TIERRAS	28
1.3.20	ENCOFRADOS	29
1.3.21	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	29
1.3.22	CONTROL DE MATERIALES	29
1.3.23	RECEPCIÓN DE LAS OBRAS	30
1.4	NORMATIVA VIGENTE	31
1.5	USO Y MANTENIMIENTO	33
1.5.1	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	33
1.5.2	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	38
1.6	CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	39
1.7	CONDICIONES FACULTATIVAS	39
1.8	EL PROMOTOR	39

## 1 PLIEGO DE CONDICIONES

---

Dentro de este apartado se definen las condiciones técnicas mínimas que debe cumplir la instalación fotovoltaica, acorde a las especificaciones exigidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). De esta manera se cumplirá con toda normativa que afecte a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red.

### 1.1 DISPOSICIONES GENERALES

#### 1.1.1 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre, por el que se disponen las condiciones mínimas de seguridad y salud en obras de

construcción (al amparo de la Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales) cada contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el promotor, previo al inicio de las obras.

Además, se tendrán en cuenta las siguientes normativas:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas, edición 2ª revisada (AMYS), o en su caso la última edición o revisión de la misma.
- RD 614/2001 "Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico".
- RD 1627/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción".
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de Coordinación de actividades empresariales.

#### 1.1.2 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.

### 1.1.3 CARACTERÍSTICAS PARA LA EJECUCIÓN POR CONTRATA

Serán las que vengán reflejadas en las Condiciones Generales de la Compañía para la contratación de obras y servicios NI 00.13.11 Edición Quinta, de septiembre de 2008, así como las descritas en las condiciones particulares de contratación.

Además de las condiciones anteriormente indicadas, la contrata está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

## 1.2 COMPONENTES Y MATERIALES

### 1.2.1 GENERALIDADES

- 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 de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- 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.
- 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.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- 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.
- En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

## 1.2.2 SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

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.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- 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.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- 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  $\pm 3\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- 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.

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

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.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### 1.2.3 ESTRUCTURA SOPORTE

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado:

- En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- 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.
- 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.
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación especificada para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 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.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

#### 1.2.4 INVERSORES

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.

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 funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

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 micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.
- Protección activa contra isla.
- Tensión mínima y máxima de funcionamiento.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

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% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en "vacío") en "stand-by" o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- 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.

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.

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.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.



#### 1.2.5 CABLEADO

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

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 deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable 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.

#### 1.2.6 CONEXIÓN A LA RED

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### 1.2.7 MEDIDAS

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

#### 1.2.8 PUESTA A TIERRA

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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 explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

### 1.2.9 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teled medida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y teled medida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

### 1.2.10 RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará 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.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

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.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará 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, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

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 mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará 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.

## 1.2.11 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

### 1.2.11.1 PLACAS DE CARACTERÍSTICAS

El transformador está equipado con las siguientes placas de características:

- Placa de características del transformador, según norma UNE-EN 60076-1.
- Placa de características del armario del cambiador de tomas, con esquema del mando y que está situada en la parte interior de la puerta del armario, junto con los datos indicados por la norma UNE-EN 60214.
- Placa de características independiente indicando valores de capacidad (C1 y C2) y tangente de delta o factor de potencia de los bornes de tipo capacitivo A.T. y B.T.
- Cada accesorio del transformador lleva placas de identificación con el número asociado en la lista de material. La tapa del transformador lleva placas de identificación de bornes.

Las placas de es fácilmente accesible para su lectura y está construida con acero inoxidable, escribiéndose de forma indeleble en idioma español los datos asociados.

### 1.2.11.2 PINTURA

La pintura del transformador y armarios, está realizada según la Norma UNE 20.175, con acabado exterior gris medio UNE B-109 (Norma UNE 48.103), equivalente RAL 7030.

Las condiciones de garantía de pintura serán las establecidas en el documento contractual del pedido.

### 1.2.11.3 REVISIÓN DEL DISEÑO CONSTRUCTIVO

La Revisión del diseño constructivo tiene por objetivo fundamental la validación del diseño del transformador, en lo relativo a materiales y comportamientos dieléctrico, electrodinámico y térmico, identificando los puntos críticos y determinando los márgenes de diseño.

La distribuidora garantizará la confidencialidad de la información entregada por el fabricante, tal y como se refleja en el documento contractual del pedido.

#### 1.2.11.4 INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD DE SUMINISTRADOR

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de su Sistema de Calidad, éste deberá:

- Poseer un certificado de calidad de acuerdo con la correspondiente norma ISO de la serie 9000, expedido por un organismo acreditado.
- O bien, tener implantado un Sistema de Calidad que recoja como mínimo los puntos definidos en este apartado. La concesión del pedido se supeditará al previo examen de dicho Sistema (con cargo al suministrador).

#### 1.2.11.5 EXPEDICIÓN, TRANSPORTE, MONTAJE EN CAMPO Y PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

##### **AUTORIZACIÓN DE EXPEDICIÓN:**

Antes de proceder a la expedición del pedido, el suministrador deberá obtener de la distribuidora o de sus representantes la Autorización de Expedición. El suministrador se responsabilizará de preparar y cumplir los requisitos de su emisión.

La Autorización de Expedición es un documento en el que queda reflejado:

- Que todos los documentos han sido aprobados.
- Que el Informe Final de Calidad está disponible y aprobado por el Departamento de Calidad del suministrador.
- Que los Informes de desviaciones y no conformidades, tanto del propio suministrador como los emitidos por la distribuidora están cerrados.
- Que todo el proceso de Aseguramiento de Calidad del suministro (a excepción de los Ensayos de Recepción en Campo) ha sido superado satisfactoriamente, y la Unidad de Aseguramiento de Calidad de la distribuidora ha emitido su informe de aceptación.
- Que los equipos del pedido están limpios, protegidos, embalados e identificados correctamente.

Es decir, que se han cumplido con los requisitos contractuales derivados de los requerimientos de esta Pliego de Condiciones.

En caso contrario, la distribuidora podrá emitir una Autorización de Expedición condicional en el caso de encontrarse desviaciones no cerradas o nuevas.

##### **TRANSPORTE Y RECEPCIÓN EN DESTINO**

En caso de ser adjudicado al suministrador el transporte del transformador, éste se realizará con un registrador de impactos electrónico, debidamente instalado y protegido.

El registrador de impactos cumplirá con lo especificado en el apartado correspondiente.

En caso de que se registren impactos o se detecte alguna anomalía física como consecuencia del transporte, el ofertante adjudicatario será responsable de la realización de todas las pruebas e inspecciones necesarias, siendo el coste de estos ensayos a cuenta del suministrador.

La distribuidora o su representante inspeccionará el pedido en el lugar de destino comprobando el estado del mismo y su funcionamiento, así como verificando la documentación que le acompañe.

Realizadas las pertinentes comprobaciones se emitirá el correspondiente Certificado de Recepción.

#### 1.2.11.6 MONTAJE EN CAMPO Y PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO

Los requisitos relativos al montaje, incluidos en el alcance del suministro, comprenderán los aspectos siguientes:

- El suministrador presentará un plan de ejecución del montaje que será aprobado por La distribuidora previamente al inicio del montaje.
- El suministrador será responsable del montaje completo del transformador con todos sus accesorios, quedando éste dispuesto para las pruebas en carga. La distribuidora designará un Coordinador para los trabajos de montaje en campo.
- Desde el inicio del montaje, el suministrador se hará responsable de todos los materiales y accesorios a montar (equipo completo).
- La distribuidora facilitará gratuitamente agua y energía eléctrica para uso del suministrador.
- La distribuidora exigirá el cumplimiento de las Normas de Seguridad vigentes y, en concreto, será de obligado cumplimiento el Plan de Seguridad para trabajos en la distribuidora, de cuyo documento se dará una copia en el montaje. El suministrador será responsable de la Seguridad de las Personas y de la Instalación.
- Pruebas funcionales, a realizar con posterioridad a los ensayos de recepción en campo.
- Grupo de conexión y polaridad en el transformador y en transformadores de intensidad.
- Ensayo de funcionamiento en cabina de ventilación y alarmas y de aparatos de protección.

- Ensayo de funcionamiento del cambiador de tomas en carga.
- Comprobación para la puesta en marcha, incluyendo puesta en tensión veinticuatro

#### 1.2.11.7 NORMAS

Las normas de aplicación a la construcción y suministro del transformador objeto del presente documento serán las indicadas en las normas de la Propiedad.

Los equipos auxiliares y accesorios del transformador cumplirán las normas UNE que les sean de aplicación.

#### 1.2.11.8 DOCUMENTACIÓN

##### **DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR UNA VEZ FORMALIZADO EL CONTRATO.**

El suministro del transformador incluirá la presentación a La distribuidora, por sextuplicado, en castellano e indicando la referencia del número de pedido y Subestación de destino del transformador, de la documentación que se indica a continuación, incluyendo todas las placas de características una vez completados los ensayos de rutina. La documentación referente a planos, placas de características y esquemas de control se enviará además en soporte informático, en archivos de AUTOCAD y PDF. Adicionalmente se entregará un fichero con la placa de características del transformador escaneada. El resto de la información entregada en papel, se entregará igualmente en formato PDF.

Asimismo, esta documentación deberá contener información suficiente para que el propietario prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño relacionados con el mismo.

#### 1.2.12 CONDICIONES GENERALES DE LAS CELDAS GIS DE AT Y MT

##### 1.2.12.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

El diseño de las celdas garantiza en todo momento que las operaciones normales de explotación, de control y de mantenimiento puedan efectuarse sin riesgo para el personal.

El equipo blindado en SF<sub>6</sub> está compartimentado adecuadamente para evitar que un arco interno en uno de los compartimentos pueda extenderse a los demás. El mismo razonamiento se aplica para una eventual fuga de gas, que solo afectará al compartimento en cuestión y no a los demás.

Cada compartimento dispone de elementos de llenado y vaciado que serán accesibles y fácilmente practicables, así como de un cierre de vigilancia de presión del gas.

Todos los materiales de construcción y características idénticas, susceptibles de sustitución, deberán ser intercambiables.

Por tanto, el fabricante será responsable de suministrar los soportes estructurales, así como la totalidad del cableado entre celdas y entre éstas y el armario de centralización. El fabricante deberá proponer a la aprobación de la Propiedad su solución para la ejecución de dicho cableado, que en cualquier caso cumplirá:

- Las especificaciones técnicas de la Propiedad sobre conexionado de cables, señalización, etc.
- Disposición física y tendido mediante los elementos necesarios, bandejas, etc. que permitan disposiciones ordenadas de cables sin que se dificulten los procesos de mantenimiento de las celdas, sustitución de compartimentos y módulos incluyendo la envolvente, y la accesibilidad del personal a los elementos que la requieran.

El tendido del cableado de interconexión entre el cuadro de control de la celda y el bastidor de control y protecciones se efectuará de la forma más independiente posible entre celdas. Esto es, la opción preferente es que el tendido entre celda y bastidor se realice por bandejas o canales dedicados por posición y con las longitudes mínimas de tendido. Si este criterio entra en conflicto con la movilidad de las celdas o parte de éstas, en los procesos de montaje o en mantenimiento (procesos de sustitución), el suministrador deberá informar a la Propiedad de sus requerimientos.

Cuando exista un cruce del tubo GIS (fluoducto) por una pared del edificio, el fabricante informará de las dimensiones de la apertura requerida y suministrará los elementos necesarios que garanticen su cierre y estanqueidad, tanto para las salidas existentes a la puesta en servicio de las celdas como para salidas futuras de reserva.

#### 1.2.12.2 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS MÓDULOS

El plazo garantizado suministro de módulos, sub-módulos y cualquier otro repuesto, compatibles en dimensiones y resto de características y con los ahora ofertados será de 25 años.

El conexionado de señalización, medidas y control se realizará por conectores.

#### 1.2.12.3 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN E INTENSIDAD

Según las normas de la Propiedad, se requerirá, para previsión de su posible uso en casos excepcionales, una verificación y marcado en origen de los transformadores de tensión que garantice la corrección de las medidas tomadas, para cumplimiento de la legislación vigente



respecto de la medida oficial en los puntos frontera con la red de transporte, y la consiguiente aprobación del modelo por el organismo administrativo competente en cada caso.

#### 1.2.12.4 CALENTAMIENTO

El calentamiento de los elementos o materiales que forman parte de la aparataje bajo envolvente metálica aislada en SF<sub>6</sub> no deberá exceder los límites prescritos en las normas UNE EN 60694, 62271-203.

El calentamiento de puntos de la envolvente, accesibles al operario en el curso normal de sus trabajos no superará los 30°C.

#### 1.2.12.5 ENVOLVENTES

La envolvente será metálica (aleación ligera de aluminio), amagnética, y deberá presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles situadas en su interior. La envolvente deberá soportar el vacío en el proceso de llenado de gas.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos de forma que se garantice una eficaz protección anticorrosiva.

Toda la tornillería, los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables, de acuerdo con lo indicado en las normas UNE 37507 y UNE-EN ISO 1461.

Los elementos metálicos en contacto entre sí deberán ser de tal naturaleza que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

Los diferentes compartimentos de alta tensión que tengan que soportar la presión de gas estarán acordes con lo indicado en las normas UNE EN 60694, 62271-203.

#### 1.2.12.6 DEFECTOS INTERNOS

Ante la posibilidad de que se produzca un cortocircuito en el interior de la envolvente del gas, que conduzca a la destrucción del compartimento de la celda, se adoptarán las condiciones constructivas necesarias para garantizar la seguridad de las personas que puedan encontrarse en su proximidad. Se deberá cumplir lo indicado en la norma UNE EN 60517, 62271-203.

La oferta deberá describir las disposiciones y medidas adoptadas para prevenir los arcos debidos a los defectos internos y para limitar su duración y consecuencias.

Los efectos del arco interno deben quedar limitados al compartimento en cuestión. Una vez separado y aislado el compartimento, deberá ser posible restablecer el servicio del resto de la instalación.

#### 1.2.12.7 COMPARTIMENTACIÓN

Cada una de las celdas de la subestación estará dividida en módulos con encapsulado monofásico para los diferentes elementos de maniobra o medida de la subestación (interruptor, seccionadores, transformadores de medida, etc.), admitiéndose el encapsulado trifásico para los conductos. A su vez, cada celda estará dividida en compartimentos estancos, conformados por uno o varios de estos módulos.

Cada compartimento dispondrá de válvulas para el vaciado y carga del gas.

La compartimentación no deberá restringir las posibilidades de mantenimiento.

No se admitirá que exista una interconexión a través de tubos que conecten los compartimentos unipolares entre sí; se requerirá un manodensostato por compartimento, uno por fase. La estanqueidad de los compartimentos estará garantizada. En cualquier caso, la fuga anual admisible de la aparamenta bajo envolvente metálica, de forma conjunta y por compartimento, será inferior al 0.5%.

La compartimentación indicada en estos diagramas es de carácter general, otras soluciones se podrán considerar igualmente válidas.

#### 1.2.12.8 CONTROL DE DENSIDAD

El control de densidad del gas en cada compartimento será realizado mediante densímetros compensados por temperatura, con contactos eléctricos para dos niveles de baja presión: alarma y disparo, que serán accesibles para realizar la lógica de alarmas y disparos de los elementos que corresponda en bastidores de suministro de la propiedad

Los elementos de control de densidad de gas estarán dotados de indicación visual y numérica.

En el caso de compartimento del interruptor de potencia, deberá garantizarse la posibilidad de apertura del interruptor con su poder de corte nominal para el nivel de disparo.

Se instalarán además, en cada compartimento estanco, dispositivos de descarga (discos de ruptura) para limitar el aumento de presión en caso de defecto interno, de forma que se asegure la protección del personal ante esta situación, según la norma UNE-EN 60517, 62271-203.

Los dispositivos de descarga estarán situados, diseñados y orientados de tal forma que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el personal ni dañar los cables de alta tensión u otra instalación.

#### 1.2.12.9 DILATACIÓN

El equipo blindado de SF6 en su conjunto dispondrá de los elementos necesarios para absorber las dilataciones que puedan producirse en el mismo.

#### 1.2.12.10 PUESTA A TIERRA

Todos los elementos constitutivos de la envolvente deberán estar conectados a tierra mediante pletinas o cable de cobre o aluminio previstos para la corriente admisible asignada de corta duración.

### 1.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE OBRA CIVIL

Se indica, a continuación, la calidad, elementos y preparación de los materiales a utilizar en la obra civil.

#### 1.3.1 LIBRO DE INCIDENCIAS

Se hará constar en el libro de incidencias todos aquellos hechos que considere oportunos la Dirección de Obra, y con carácter diario, los siguientes:

- Las condiciones atmosféricas y la temperatura máxima y mínima ambiente.
- Relación de los trabajos realizados.
- Realización de los ensayos realizados con los resultados obtenidos.
- Cualquier circunstancia que pueda influir en la calidad y ritmo de la obra.

Serán de aplicación para la ejecución de estas obras, además del "Pliego General de Condiciones Económicas y Legales" de la Propiedad, que forma parte de la presente documentación, las siguientes especificaciones:

Las normas relacionadas completan las prescripciones del presente Pliego en lo referente a aquellos materiales y unidades de obra no mencionados expresamente en él.

#### 1.3.2 MARCAS DE FABRICACIÓN

Todas las piezas llevarán identificación indeleble con los datos siguientes:

- Nombre del fabricante

- Tipo de pieza
- Material
- N° de fabricación
- Fecha de fabricación

El contratista está obligado a la plena observancia de las anteriores Instrucciones, Pliegos y/o Normas, así como de las que, según criterio del Director de Obra, tengan aplicación en los trabajos a realizar o que hayan sido publicados en el boletín Oficial del Estado.

### 1.3.3 RELLENOS

El material de relleno será el apropiado según las limitaciones establecidas en el Manual de Métodos de ISUB M-DS-7.1.06 y su ejecución se ajustará a las indicaciones de dicho manual.

### 1.3.4 HORMIGONES

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto (resistencia a compresión, expresada en N/mm<sup>2</sup>). Tal y como se especifica en los artículos 31 y 39 de la EHE sea según su uso. Dichos valores de resistencia se muestran en la tabla adjunta.

Las dosificaciones de hormigón a emplear en las distintas estructuras, en contacto con el suelo y por debajo de la cota 0,00 de la explanación tendrán una relación agua/cemento menor o igual a 0,50.

### 1.3.5 ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo ser limpios y exentos de tierra-arcilla o materia orgánica.

El tamaño máximo del árido estará limitado por el tamiz 40 UNE y su proporción de mezcla definida por el porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

Deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compactación posible; manejable, sin segregación, bien ligado y de la resistencia exigida.

Los áridos cumplirán como mínimo las condiciones en el artículo 28 de la EHE.

### 1.3.6 MORTEROS

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectifiquen o moldeen y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- Resistencia: se designa por la letra M seguida de la resistencia a compresión (N/mm<sup>2</sup>).
- Dosificación en volumen: se designa por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena). La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de  $f_m$  supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

### 1.3.7 CEMENTOS

El tipo de cemento utilizado para la ejecución de los hormigones, "cemento de la clase resistente 32,5 N/mm<sup>2</sup> o superior", se determinará teniendo en cuenta entre otros factores la aplicación del hormigón, las condiciones ambientales a las que va a estar expuesto y las dimensiones de las piezas y cumplirá como mínimo las condiciones exigidas en la RC-03 y artículo 26 de la EHE.

### 1.3.8 AGUA

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en el artículo 27 de la EHE.

No se utilizarán aguas del mar ó 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 igual o superior a 5.
- Contenido de sulfato menor o igual a 1g/l.
- Contenido de Ion Cloro menor o igual a 3g/l (para HA ó HM) o a 1g/l (para HP).
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad menor o igual a 15g/l.

### 1.3.9 ARMADURAS

El acero para las armaduras de piezas de hormigón será corrugado de primera calidad, fibroso, sin grietas ni pajas, flexibles en frío y en modo alguno agrio o quebradizo.

Tendrán que llevar el sello de conformidad de CIETSID. Y sus características y métodos de ensayo vendrán definidas por la norma UNE-36088. Tanto las barras y alambres como las piezas férricas, no presentarán en ningún punto de su sección estricciones superiores al 2.5%.

Aquellos que sean empleados en elementos estructurales de hormigón armado deberán cumplir las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE.

Las armaduras estarán constituidas por:

- Barras corrugadas designadas en la tabla 32.2.a del artículo 32 de la EHE como B 400 S y B 500 S y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.
- Mallas electro-soldadas designadas en la tabla 32.3 del artículo 32 de la EHE como B 500 T y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

### 1.3.10 ACEROS LAMINADOS

Los perfiles laminados y todas sus piezas auxiliares de empalme o acoplamiento, se ajustarán a las prescripciones contenidas en las normas MV-102, 103, 104, 105, 106, 107,108, así como la EM-62 y UNE-14035.

Las condiciones de trabajo mínimas de los perfiles laminados serán:

- Acero tipo: A-42b.
- Límite elástico: 2600 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tensión máxima admisible de trabajo: 1730 kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.3.11 CANALIZACIONES

Los tubos serán nuevos, de la mejor calidad, de fabricación normalizada, con la marca, diámetro interior en milímetros, tipo y/o peso indicado en cada pieza. Serán perfectamente lisos, de sección y espesor uniformes, no presentando grietas, poros y otros desperfectos que puedan debilitar su resistencia y con la curvatura que le corresponde en los codos y piezas especiales.

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de obra todos los tubos que vaya a utilizar, pudiendo ésta rechazar aquellas piezas que presenten mal aspecto y aún exigir, si lo

estimase necesario las pruebas oportunas, a la vista de las cuales el Contratista deberá reemplazar los tubos defectuosos, dentro del plazo exigido.

El espesor será el nominal que figure en los catálogos del fabricante.

Los accesorios, piezas especiales y acoplamientos serán de igual resistencia, al menos, e igual calidad que la tubería a la que irán acoplados.

Los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería deberán someterse, durante la fabricación, a las pruebas que se estimen convenientes para conocer su calidad, reservándose la Dirección de Obra el derecho de exigir la realización de las mismas en su presencia. Asimismo, la Dirección de Obra podrá exigir al Contratista un Certificado de garantía de que se efectuaron dichas pruebas de forma satisfactoria.

En la carga, transporte y descarga se evitarán los choques y que los tubos se golpeen entre sí; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer, se evitará rodarlos sobre piedra y, en general, se tomarán precauciones necesarias en su manejo, de manera que no sufran golpes de importancia.

Clasificando el material por lotes, según especifique la Dirección de Obra, se efectuarán las pruebas necesarias sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Serán rechazados todos aquellos tubos que no cumplan las condiciones citadas, así como las pruebas hidráulicas y resistentes, y las dimensiones y tolerancias que se definan en el Proyecto.

### 1.3.12 MATERIALES PREFABRICADOS

Se consideran fábricas de ladrillo los muros aparejados, de espesores comprendidos entre 1/2 pie (11.5 cm) y 1 1/2 pie (35.5 cm) de espesor, trabados en todo su espesor, ejecutados con una sola clase de ladrillo.

Los morteros de agarre serán los especificados en este Pliego, fabricados con cemento según normas UNE. Todos los morteros de fábricas en contacto con el terreno se elaborarán con cemento resistente a aguas selenitosas (elevado contenido en sulfato.)

Los ladrillos que se utilizarán serán macizos de primera clase en fábricas y vistas y de segunda clase en arquetas, canales u obras no vistas.

Los ladrillos de primera clase cumplirán una condición estricta en cuanto a uniformidad de color, no tendrán manchas, florescencias o quemaduras, carecerán de imperfecciones y desconchados aparentes en aristas y caras.

En los ladrillos de segunda clase no habrá imperfecciones que impidan su empleo en fábricas vistas, carecerán de desconchados que afecten a más del quince (15) por ciento de la superficie vista de las piezas.

El formato de los ladrillos será de 24 x 12, 5 x 5.3 cm para los de primera clase y de 29 x 12 x 6.5 cm para los de segunda clase.

Para la recepción de materiales, este Pliego se atenderá a lo especificado en la norma MV correspondiente.

Los muros de bloques de hormigón de 0.20 m de espesor garantizarán un amortiguamiento acústico de 43 dB.

#### 1.3.13 VIALES

Tendrá la consideración de vial el acceso definitivo a las obras, desde el exterior de la finca hasta la obra proyectada, incluso la red interior de la misma.

Las fases que comprende la ejecución de los viales serán excavación, relleno y compactación y losas de hormigón armado como capa de rodadura.

#### 1.3.14 CERRAJERÍA

La cerrajería de taller incluye la ejecución de los trabajos de cerrajería que se limitan a funciones de protección, reparación y decoración. Todos estos trabajos serán realizados en acero, de la calidad A42-b.

Todos los materiales y perfiles utilizados se cortarán y ensamblarán en taller; en obra se procederá únicamente a su recibido.

#### 1.3.15 PIEZAS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO

Las formas y dimensiones de las piezas prefabricadas se ajustarán perfectamente a los planos aprobados así como a las indicaciones del proyecto y al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión.



### 1.3.16 MATERIALES SIDERÚRGICOS: CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 5.6 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en la CTE.

### 1.3.17 LAMINADOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS

Los aceros laminados para estructuras serán de calidad S275JR de acuerdo con la norma UNE-EN 10025.

En aquellos casos en los que se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.

### 1.3.18 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 1.3.18.1 GENERAL

Para todo suministro en el proyecto y con carácter general, se actuará para conseguir lo siguiente:

- Montaje según los últimos progresos técnicos.
- Materiales de calidad apropiada.
- Facilidades para las tareas de desmontaje, limpieza, ajuste y puesta a punto de los equipos.
- Intercambiabilidad de los equipos instalados con los repuestos correspondientes.

El desarrollo de la construcción de las diversas unidades, por las que este proyecto está formado se ajustará a las especificaciones de la Normativa vigente.

Por parte del Suministrador deberá ponerse especial cuidado en la vigilancia y control de la correcta ejecución de las distintas unidades del Proyecto, con el fin de que la calidad se atenga a las especificaciones que sobre ellas se prevenga en las distintas

La normativa es una mera guía de apoyo al proceso Constructivo. La aceptación o no de las partes ejecutadas será independiente de que estas hayan sido o no certificadas, puesto que en todo caso las certificaciones deben ser consideradas como "a buena cuenta".

#### 1.3.18.2 INGENIERÍA

Toda la realización de la ingeniería de este proyecto se llevará a cabo, por parte de la persona, firmante del mismo, llevando no solo la realización de dicho proyecto sino la supervisión en obra y la puesta en marcha.

### 1.3.18.3 REPLANTEO

La empresa suministradora nombrará a un técnico que actúe a modo de representación de la misma, frente a la ingeniería de dicho proyecto.

La actuación del técnico se llevará a cabo en presencia de la ingeniería de dicho proyecto, efectuará los replanteos generales y parciales necesarios previos al inicio de los trabajos o los que puedan surgir durante la ejecución de los mismos.

Toda posible variación o diferencia con respecto al proyecto se recogerá en la correspondiente acta.

Los replanteos, trazados, nivelaciones y demás obras previas, se efectuarán por el Suministrador de acuerdo con los datos del proyecto, planos, medidas, datos u órdenes que se faciliten, realizando el mismo, con el máximo cuidado, de forma que no se admitirán errores mayores de 1/500 de las dimensiones genéricas, así como de los márgenes de error indicados en las condiciones generales de ejecución del resto de las unidades de obra.

La Dirección Facultativa controlará todos estos trabajos a través de Director de obra o persona indicada al efecto, si bien, en cualquier caso, el Suministrador será totalmente responsable de la exacta ejecución del replanteo, nivelación, etc.

La empresa suministradora será la encargada de proporcionar personal y medios auxiliares necesarios para estos operarios, siendo responsable por las modificaciones o errores que resulten por la desaparición de estacas, señales o elementos esenciales establecidos.

Todas las medidas que sean necesarias para realizar la obra están consignadas en los planos. En ningún caso podrán tomarse medidas a escala sobre los planos constructivos.

Las indefiniciones o contradicciones, si las hubiere, serán resueltas por la Dirección de Obra.

A la recepción de los planos constructivos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el Suministrador deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del proyecto, y si encontrase algún error o contradicción en la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Dirección de Obra. En caso de no hacerlo así, el Suministrador será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

### 1.3.19 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 1.3.19.1 DESBROCE

En función del tipo de terreno existente, la dirección de la obra determinará la cantidad de tierra vegetal, arbolado, tocones y maleza a retirar así como las oportunas extracciones a realizar. Del mismo modo, decidirá si es necesario depositar la extracción en lugares predeterminados para su posterior aprovechamiento o por el contrario retirarla a escombreras autorizadas.

#### 1.3.19.2 ESCARIFICADO Y COMPACTADO

Pueden presentarse dos tipos diferentes de terrenos a escarificar:

- Terrenos sin firme existente.
- Terrenos con firme existente.

En ambos casos la operación consistirá en disgregar el terreno superficial con los medios mecánicos adecuados, habiendo compactado el terrero previamente.

La compactación se realizará hasta conseguir una densidad de al menos, un 95% de la máxima obtenida en el ensayo "Proctor" modificado, según norma UNE 103.501/94.

#### 1.3.19.3 EXCAVACIONES, RELLENOS, TERRAPLENES, PEDRAPLENES, Y REDES DE DRENAJE

La medición de la excavación y su posterior relleno con el propio material, se realizará por diferencia teórica entre perfiles transversales del terreno tomados antes del inicio de las excavaciones y después de realizada la compactación. En el caso de utilizarse en el relleno material de préstamo, su medición se realizará por el mismo procedimiento.

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas, en función de las características particulares de la cimentación del terreno, y sus dimensiones se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto.

No se procederá a ningún tipo de relleno sin previo reconocimiento de las zonas de vertido y aprobación por parte de la Compañía Distribuidora, en este caso Endesa Distribución.

Los materiales de relleno se ajustarán a las indicaciones del Manual de Métodos de ISUB M-DS-7.1.06.

Los materiales de la capa granular, empleados entre la base del firme y la explanada, se ajustará a lo indicado en el artículo 510 del PG-3.

Las redes de drenaje definidas en los planos del proyecto, se realizarán habitualmente mediante tubo de hormigón poroso, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad o cualquier otro material sancionado por la experiencia, siendo cubierto con material filtrante una vez colocados en la zanja, ajustándose al artículo 420 del PG-3.

#### 1.3.20 ENCOFRADOS

Los encofrados de madera o metálicos, serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, serán indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades brascas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm medidos sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

#### 1.3.21 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas y pliegos de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados.

El contratista, de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, o en su defecto en las Normas e Instrucciones de Organismos Oficiales, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados.

Mensualmente el contratista entregará los certificados de calidad de todos los materiales utilizados, indicando las unidades de obra a que afecta, al término de la obra civil se cumplimentará el anexo A del Manual de Métodos de Construcción Obra Civil de Subestaciones (M-DS.7.1.01).

#### 1.3.22 CONTROL DE MATERIALES

El control de los materiales correrá a cargo de cada uno de los proveedores, empleando para ello un Laboratorio de Control de Calidad con homologación reconocida y aceptado por la ingeniería o la Dirección de Obra, se efectuarán los ensayos correspondientes al control de calidad de la ampliación, consistentes como mínimo en lo siguiente:

- 12 Ensayos de control de compactación del terreno.
- Bancada del transformador (en cada una) o Hormigón: 4 Probetas consistentes en un cilindro de 15x30 cm los días 7 y 28. o Acero: 1 ensayo.
- Cimentaciones edificio de Hormigón: 4 Probetas consistentes en un cilindro de 15x30 cm los días 7 y 28. o Acero: 1 ensayo.

- Cubierta edificio o Hormigón: 2 Probetas consistentes en un cilindro de 15x30 cm los días 7 y 28. o Acero: 1 ensayo.
- Tensiones de paso y contacto.

El encargado de suministrar, al Laboratorio de Control designado las muestras de los distintos materiales necesarios para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que estimase oportuno ordenar la Dirección Facultativa será la empresa suministradora.

Las distintas muestras de materiales se entregarán con antelación suficiente, y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo, con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculo alguno en la buena marcha de la obra,

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en periodo constructivo, bien terminadas, el Suministrador facilitará al Laboratorio de Control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los controles de calidad que se establezcan conducirá al rechazo del material en la situación en que se encuentra, ya sea en almacén, bien acopiado en la obra, o colocado, siendo por cuenta del Suministrador los gastos que ocasionase su sustitución. En este caso, el Suministrador tendrá derecho a realizar a su cargo un contra-ensayo, que designará el Director de Obra, y de acuerdo con las instrucciones que al efecto se dicten por el mismo. En base a los resultados de este contra-ensayo, la Dirección Facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el Suministrador plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo origen.

Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones, y en el que por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material, y se juzgase como de posible utilización por parte de la Dirección Facultativa, previo consentimiento de la ingeniería, el Director de Obra podrá actuar sobre la devaluación del precio del material, a su criterio, debiendo el Suministrador aceptar dicha devaluación si la considera más aceptable que proceder a su sustitución. La Dirección Facultativa decidirá si es viable la sustitución del material, en función de los condicionamientos de plazo marcados por la ingeniería.

Todos los cargos derivados del control de calidad correrán por cuenta del suministrador.

### 1.3.23 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Al término de las obras comprendidas en este Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los

trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta, y se darán las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

#### 1.3.23.1 MEDICIÓN Y COMPROBACIONES

- Medida de resistencia de la malla de tierra y de las tensiones de paso y contacto.
- Medida del aislamiento de los bobinados. Comprobación del nivel de gas SF<sub>6</sub>.
- Polaridad de los TI.
- Timbrado de cables de control.

#### 1.3.23.2 PRUEBAS LOCALES Y PES DE EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN

- Pruebas funcionales de seccionadores.
- Pruebas funcionales de interruptores.
- Pruebas funcionales de transformadores de potencia.
- Pruebas y puesta en servicio de rectificadores y baterías de acumuladores. Puesta en servicio de armarios de servicios Auxiliares.
- A la finalización de la obra, el contratista entregará un expediente de Fin fe Obra que comprenderá:
- Los protocolos de las pruebas realizadas.
- Dos copias de planos "AS-BUILDT", en rojo y amarillo.

### 1.4 NORMATIVA VIGENTE

Toda la instalación ha sido diseñada acorde a las siguientes normativas, leyes y Reales Decretos:

- UNE 2046-5-523
- 
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 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.
- R.D. 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de energía eléctrica en régimen especial.

- R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- R.D. 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.
- Resolución de 23 de febrero de 2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de las mismas a las redes de distribución en baja tensión.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa Distribución (Compañía Sevillana de Electricidad C.S.E.).
- Condiciones y Ordenanzas Municipales impuestas por las entidades públicas afectadas. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico (BOE nº 285 de 28 de noviembre de 1997).
- Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por R.D. de 12 de marzo de 1.954 con las correspondientes modificaciones hasta la fecha.

- R.D. 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 IIC LAT 01 a 09.
- Ley de ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ley de Prevención de riesgos Laborales.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Instrucciones de carreteras (Secciones de firme 6.1 IC, 6.2 IC y secciones aplicables).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3), con sus correspondientes revisiones y actualizaciones, tanto en el BOE como en el propio documento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos (RC-08).
- EHE.
- Instrucciones Técnicas del fabricante, aplicables a los equipos y componentes a instalar y correspondientes a almacenamiento, manipulación, montaje, ensayos y puesta en servicio.
- NLT.
- Norma DB-SE-A "Estructuras de acero laminado en edificación".

## 1.5 USO Y MANTENIMIENTO

El uso y manipulación de todo equipo de la instalación deberá ser realizado siguiendo las instrucciones y manuales que el fabricante facilita. De esta manera evitaremos un mal uso de los equipos y posibles problemas a causa de su mal uso.

El uso y mantenimiento será realizado por personal cualificado. Estas labores se dividirán en dos partes. Una será mantenimiento preventivo y el otro mantenimiento correctivo. Todos los elementos de la instalación irán dotados con sus elementos de seguridad acordes a normativa.

### 1.5.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento es el que se realiza para evitar fallos o averías dentro de la instalación con el objetivo de disminuir costes y evitar la pérdida de producción. Según muestra



la experiencia se realizan cabios de piezas en los sistemas para evitar que sean cambiados una vez fallen o estén defectuosos.

Consta de operaciones de carácter visual, verificación de actuaciones y otras específicas de elementos implantados en la instalación. Todos los trabajos de mantenimiento realizados quedarán reflejados en el libro de mantenimiento, cuando se encuentran fallos, averías o anomalías se procede a realizar la corrección o sustitución del elemento que no permita el correcto funcionamiento de la instalación.

Este tipo de mantenimiento se realizará como mínimo con periodicidad anual del cual se realizará un informe técnico donde se detallan los controles realizados y las incidencias encontradas para ser corregidas. Dentro de la instalación se encuentran diferentes sistemas que deben ser revisados con menor frecuencia. Dentro de la instalación se encuentran dos tipos de equipos con diferentes características.

- Conjunto de paneles e inversores, encargados de transformar la radiación solar en energía eléctrica.
- Conjunto de equipos de interconexión y protecciones, cuyo objetivo es cumplir las normativas vigentes y proteger a personas y equipos en el caso de ocurrir averías o anomalías en la instalación.

El instalador deberá tener en cuenta a la hora de instalar los siguientes puntos:

- Operaciones necesarias para el mantenimiento.
- Operaciones a realizar por el servicio técnico y las que se deben realizar por el encargado de la instalación.
- Periodicidad de las labores de mantenimiento.
- Contrato de mantenimiento y garantía de los equipos.
- Operaciones de mantenimiento de la operatividad de equipos, conexiones y cableado en aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza y la calibración y control de equipos.
- Los trabajos de mantenimiento realizados deben quedar reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación de manera electrónica y recomendable también de manera física.

Una vez se tienen definidos los puntos a tener en cuenta a la hora de realizar la instalación, se procede a describir los elementos de la instalación más críticos que requieren de un mantenimiento más exhaustivo para el mejor funcionamiento de la instalación.

- **PANELES FOTOVOLTAICOS**

Los paneles fotovoltaicos son elementos que no requieren un frecuente mantenimiento. Esto se debe a la que las placas son de soporte fijo por lo que no disponen de elementos móviles que sufran desgastes por fricción, ni es necesario el recambio de lubricante y piezas móviles. En cuanto a las partes internas de la placa están bien protegidas del ambiente exterior. El mantenimiento de las placas fotovoltaicas requiere los siguientes trabajos de mantenimiento:

- Limpieza periódica de paneles (Mensual): El paso del tiempo provoca que el ambiente ensucie la cubierta transparente de la placa fotovoltaica, lo que provoca una disminución de la producción de energía de la placa (Bajada del rendimiento). Esto depende de la opacidad del residuo que se posa en la cubierta. El polvo provoca una pequeña disminución de la radiación que llega a la cubierta, sin embargo, la suciedad generada por las deposiciones de aves afecta de manera considerable al rendimiento del panel.
- Para evitar una disminución considerable del rendimiento de las placas fotovoltaicas se realiza una limpieza de las cubiertas de los paneles de manera periódica. Se utilizará agua y detergente no abrasivo intentando que una vez terminado el mantenimiento no quede agua acumulada en el panel.
- Para evitar la deposición de aves se colocan pequeñas antenas elásticas que no permitan que estas se posen en las placas fotovoltaicas.
- Control del sistema de monitorización (Mensual): Supervisión de los equipos mediante PC, controlando así los parámetros de producción (Tensión, intensidad, potencia...), registros de alarmas...
- Inspección visual (2 veces al mes): Se inspeccionan visualmente los paneles para comprobar que están en correcto estado. Para reparar en caso de rotura de cristal, corrosión en la estructura o sombras creadas a causa del crecimiento de la vegetación de alrededor. Esta inspección puede realizarse conjuntamente a las limpiezas periódicas de los paneles.
- Mantenimiento de sistemas de regulación y control (Trimestral): Se realizará una observación visual para comprobar el correcto funcionamiento, en el caso de no funcionar correctamente el equipo tiene frecuentes actuaciones, luces y avisadores que resaltan a simple vista; posibles corrosiones y comprobación de conexionado, cableado y aprietes de bornes. También se comprobará el tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente. Por último, se toman valores como el registro de amperios-hora generados y consumidos por la instalación, horas de trabajo...
- Control de conexiones eléctricas y cableado (Anual): Se comprobará el apriete y el estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles fotovoltaicos. También se comprobará la estanqueidad de la caja de terminales y el estado de los capuchones de protección de los terminales.

- Control del sistema de monitorización (Anual): Se revisarán las conexiones, tarjetas, sensores y demás elementos encargados del correcto funcionamiento del sistema.
- **MANTENIMIENTO DE PUESTAS A TIERRA (Anual)**

El valor de resistencia de la tierra es variable según la época del año en la que se esté. Esta variación ocurre a causa de la destrucción corrosiva de electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo... Todos estos factores han de ser tenidos en cuenta para no salirse de los valores marcados por seguridad.

- **INVERSORES**

Son uno de los equipos más críticos en caso de avería, ya que se deja de producir energía en caso de avería y su disminución del rendimiento afecta directamente al de la instalación. Se realizarán tres mantenimientos preventivos en estos elementos:

- Lectura de datos (Mensual): Se realizará a hacer una observación de los datos que se archivan en la memoria de los inversores para poder analizar los fallos ocurridos en el mismo y actuar en caso de ser necesario.
- Limpieza de filtros y rejillas (Cada 6 meses): En las entradas del aire del sistema de ventilación se va acumulando suciedad en los filtros y rejillas protectoras, también en las rejillas protectoras de la salida del aire. Por lo que hay que limpiarlas o cambiarlas.
- Limpieza general (Anual): se realizará una inspección de todo el inversor para evaluar la suciedad, humedad y filtraciones de agua en su interior y limpiar en caso de ser necesario. El disipador de calor del componente de potencia se limpiará independientemente de esta inspección.
- Comprobación de cableado, conexiones, aislamiento y bornes eléctricos (Anual): Se limpiará y revisará el correcto funcionamiento del cableado, conexiones, aislamiento y bornes pueden generarse oxidaciones u otro tipo de deterioros físico-químicos.
- Comprobación de temperaturas de conexiones (Anual): Mediante termografías se obtienen los valores de temperatura en funcionamiento, para evitar que el sistema trabaje a mayor temperatura de la adecuada. La temperatura límite de funcionamiento es de 60 °C. También se tomarán medidas de la corriente, para que no haya valores anómalos. En caso de un funcionamiento incorrecto se procederá al cambio de los elementos necesarios.
- Comprobación visual de elementos de seguridad (Anual): Se revisarán los fusibles, seccionadores e interruptores del sistema.
- Revisión de ventiladores y calefactores (Anual): se debe comprobar el correcto funcionamiento de los ventiladores y calefactores y realizar su sustitución en caso de haber alguna imperfección o haya que realizar una sustitución preventiva.

- Revisión de descargadores de sobretensión, tensiones de mando y auxiliares (Anualmente): Se revisarán los elementos encargados del correcto funcionamiento de los descargadores.

Toda revisión de los inversores se realizará con el equipo desconectado, es decir, no circulará corriente por él.

- **TRANSFORMADORES**

Al igual que el inversor este elemento es muy crítico y se debe garantizar su correcto funcionamiento para no tener pérdidas significativas en la producción.

- Limpieza de polvo (Mensual): El transformador acumula polvo con el paso del tiempo que puede afectar a su correcto funcionamiento, por lo que se limpiará el polvo generado con un aspirador y un soplador de aire comprimido o nitrógeno.
- Limpieza filtros y rejillas protectoras (Semestral): En las entradas de se acumula suciedad en los filtros y rejillas protectoras, que se limpiarán o sustituirán si es necesario. En la salida del aire también se forma suciedad en las rejillas protectoras por lo que se limpiarán o sustituirán.
- Comprobación de cableado, conexiones, aislamiento y bornes eléctricos (Anual): Se limpiará y revisará el correcto funcionamiento del cableado, conexiones, aislamientos MT/masa, BT/masa y MT/BT y bornes pueden generarse oxidaciones u otro tipo de deterioros físico-químicos.
- Revisión de ventiladores y calefactores (Anual): Revisión del funcionamiento de los ventiladores prestando atención a anomalías que puedan indicar algún defecto como podrían ser ruidos durante el funcionamiento. También se revisará el correcto funcionamiento de los calefactores.
- Control de temperatura (Anual): Revisión del funcionamiento del circuito de seguridad.

- **CELDA DE MT**

El mantenimiento de las celdas es sencillo y consta de los siguientes mantenimientos.

- Limpieza (Mensual): Limpiar las celdas mediante aspirador o una bayeta seca.
- Comprobación del cableado, aislamientos y bornes eléctricos (Anual): Revisar el estado de los cables, conexiones, aislamiento y bornes que pueden presentar deterioros u oxidaciones.
- Comprobación de protecciones (Anual): Revisar si todos los elementos de protección están en correcto funcionamiento.

- **LÍNEA ELÉCTRICA**

La correcta conservación de la línea eléctrica depende el correcto funcionamiento de la instalación ya que se consigue transportar la energía con la menor cantidad de pérdidas. La parte más crítica es la línea de Corriente continua que está en cubierta, debido a que es la más expuesta a los agentes externos.

- Comprobación de la cubierta y aislamiento del cableado (Cada 6 meses): Se debe comprobar la cubierta, el aislamiento de los cableados y todas las protecciones mecánicas. En el caso de presentar algún deterioro se recomienda la sustitución de todo el tramo para una correcta protección del cableado.
- Comprobación bornes de abroche (Cada 2 años): Se inspeccionará visualmente el abroche de la línea general de alimentación en la CGP.
- Comprobación de conexiones, aislamientos y terminales (Cada 2 años): Con el paso del tiempo pueden aparecer oxidaciones o sulfataciones. Por este motivo se revisan las arquetas de registro y se comprueban los estados de las conexiones, aislamientos y terminales para ser sustituidos.
- Comprobación del aislamiento entre fases y fases y neutro (Cada 5 años): Se comprobará el correcto estado del aislamiento entre cada una de las fases y entre estas y el neutro.

#### 1.5.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este tipo de mantenimiento consiste en realizar sustitución o reparaciones una vez ha sucedido la avería en la instalación. Las labores de mantenimiento correctivo serán realizadas por una empresa externa especializada en el sector.

La empresa encargada de las labores de mantenimiento correctivo deberá estar homologada y autorizada por los fabricantes de los equipos de la instalación. De esta manera se asegura la garantía legal de todos los equipos de la instalación.

La empresa deberá realizar las siguientes labores:

- Asistencia en los plazos acordados por el contrato en el caso de avería o que se requiera de los servicios por cualquier otra incidencia. El plazo máximo de asistencia se tasa en 24 horas.
- Reparar una avería o incidencia en un plazo máximo de 48 horas, a menos que se dé una situación excepcional justificada.
- Analizar y realizar un presupuesto acorde a los trabajos realizados y reposiciones necesarias para que la instalación vuelva a su correcto funcionamiento.

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas la mano de obra ni las reparaciones de equipo necesarios más allá del periodo de garantía.

## 1.6 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

La empresa instaladora que realice la instalación estará en posesión de la calificación necesaria para acometer el tipo de instalación contenida en el proyecto

Se deberán exigir los certificados y otros documentos que oficialmente se exijan para la puesta en servicio de la instalación.

## 1.7 CONDICIONES FACULTATIVAS

## 1.8 EL PROMOTOR

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Designará al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

Son obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.):

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

- Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

Artículo 5.- Son obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.):

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al Aparejador o Arquitecto Técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.

- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.





**ANEXO VI - ESTUDIO DE  
SEGURIDAD Y SALUD**

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	17/06/2022
<b>Revisión</b>	0

# ÍNDICE

---

1. OBJETO	3
2. MEMORIA	3
OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS SUBCONTRATADAS	3
CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	4
FORMACIÓN	6
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	6
PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS	7
Instalaciones provisionales en obra	7
Medidas de seguridad en la unidades de obra	9
MÁQUINAS – HERRAMIENTAS	20
NORMAS REFERENTES A PERSONAL EN OBRA	26
NORMAS DE SEÑALIZACIÓN	27
CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	27
ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA	28
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	29
NORMATIVA DE APLICACIÓN	29
PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD	31
CONDICIONES DE LOS MEDIOS HUMANOS	32
ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA	34

## 1. OBJETO

---

El objeto del estudio que se adjunta es dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo es objeto de este Estudio de Seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

## 2. MEMORIA

---

### OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este estudio de Seguridad y Salud establece las condiciones relativas a la prevención de accidentes laborales y enfermedades profesionales durante la ejecución de los trabajos que abarca el proyecto, así como los derivados de las actividades de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las características de las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar para los trabajadores.

El Estudio de Seguridad y Salud se redacta considerando los riesgos que a priori pueden surgir en el transcurso de esta obra. Estos riesgos deben ser detallados en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud elaborado por la empresa contratista.

### OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS SUBCONTRATADAS

Las obligaciones que deben cumplir las empresas subcontratadas en materia de seguridad y salud son las siguientes:

- Antes del comienzo de los trabajos, cada empresa subcontratista entregará una carta mediante la cual, manifiestan conocer el plan de seguridad y salud y se comprometen a cumplirlo, nombrando para ello a un responsable de la empresa encargado de vigilar el cumplimiento de las medidas preventivas establecidas.

- Cada empresa subcontratista antes del comienzo de los trabajos comunicará el nombramiento de un responsable en la obra de vigilar el cumplimiento por parte de sus trabajadores de las medidas preventivas establecidas en el plan.
- Las empresas subcontratistas acreditarán la formación e información de todos sus trabajadores, en materia de seguridad y salud, de acuerdo con los trabajos que ejecute cada uno de ellos.
- Cada empresa subcontratista antes del comienzo de los trabajos, facilitará una relación de los trabajadores que van a intervenir en la ejecución de los trabajos así como, el TC'1 y el TC'2 del último mes, mediante el cual se pueda verificar la vinculación de los trabajadores con la empresa.

## CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

La obra constará de las siguientes fases:

- Movimiento de tierras y cimentaciones. El movimiento de tierras se hará mediante un conjunto de máquinas específicas en función de las características del terreno. Actuarán sobre los diferentes estratos de la parcela, así como la nivelación, extracción, redistribución, trituración, y compactación del terreno, consiguiendo un firme óptimo, para siguientes fases de la obra.
- Montaje de estructura metálica para soporte de módulos fotovoltaicos. Se incluye: suministro de estructura, montaje y nivelación estructura.
- Montaje de módulos fotovoltaicos. En este montaje se incluirán todas aquellas tareas que irán desde el desembalaje de los módulos, que recibiremos a través de la empresa suministradora, hasta su montaje a estructura fija.
- Cableado y conexionado. Incluirá las siguientes tareas: Baja tensión (BT): zanjas de corriente continua, interconexión de módulos, instalación de cableado de cajas de CC (corriente continua en adelante) estructura fija, cableado a inversores, zanjas Corriente Alterna, montaje corriente Alterna y red de tierra en la estructura.
- Las zanjas tendrán dimensiones variables, siendo las más grande de 0,60x1,00 m. únicamente se rellenará con capa de hormigón aquellas zanjas que puedan encontrarse en zonas de paso para reforzarlas y aumentar su seguridad
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas. Incluye: Verificación de toda la instalación, puestas a tierra, conexionado, etc. y aplicación de tensión por tiempo definido a las diferentes componentes del parque, por brigadas especializadas.

## INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos se desarrollan en el emplazamiento de la obra destinada a tal fin, y cuyo destino es exclusivamente la ubicación de las instalaciones objeto del proyecto, por lo que las únicas

interferencias que puedan presentarse son las superposiciones de las diversas fases de los trabajos.

De acuerdo con lo previsto en el proyecto, las interferencias y servicios afectados son en los distintos gremios de obra civil, la distinta maquinaria y transporte de materiales y trabajos simultáneos entre la obra civil y la parte eléctrica.

## **UNIDADES DE OBRA**

### **Obra civil:**

- Movimiento de Tierras
- Estructuras Metálicas
- Hormigonado
- Trabajos con Ferralla
- Gremio Herrería

### **Trabajos de montaje:**

- Ubicación y montaje de equipos y paneles

### **Trabajos eléctricos en baja, media y alta tensión:**

- Instalación eléctrica
- Instalación eléctrica en edificios
- Montaje de instalaciones eléctricas
- Montaje y conexionado de equipos eléctricos
- Conexionado y pruebas

### **Manipulación de cargas:**

- Manipulación de cargas

### **Trabajos con maquinaria:**

- Grúa autopropulsada
- Vehículos de transporte
- Grupo electrógeno.
- Retroexcavadora.
- Tractor movedor y con traílla.
- Grúa giratoria.
- Apisonadora / Rulo.
- Bulldozer.

- Camión hormigonera
- Camión automóvil y camión grúa

#### **Trabajos con escaleras y andamios:**

- Escaleras simples y extensibles
- Escalera de tijera
- Andamios de borriqueta

#### **Máquinas – Herramientas:**

- Trabajos con maquinaria manual y esmeriladora
- Trabajos con taladro
- Trabajo pistola clavadora
- Trabajo soldadura eléctrica
- Trabajo con hormigonera
- Trabajos con cadenas y cables

#### **FORMACIÓN**

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud a todo el personal que tome parte en los trabajos. Dicha formación será específica para la obra que se va a ejecutar y consistirá en una explicación de los riesgos a los que se encuentran expuestos, los métodos de trabajo más seguros que deben aplicarse y las protecciones colectivas e individuales de que disponen.

Se explicará también a los trabajadores qué deben hacer en el caso de que suceda un accidente laboral.

La formación habrá de demostrarse ante el coordinador de seguridad y salud y en caso de que no sea obligatoria su designación o ante la dirección de obra en caso de no ser necesaria la designación de coordinador.

#### **MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

#### **BOTIQUÍN**

Se dispondrá de un botiquín en cada uno de los coches de los trabajadores que se desplacen a la obra, conteniendo el material sanitario correspondiente.

#### **ASISTENCIA A ACCIDENTADOS**

Se colocarán en lugares visibles listas con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

Como mínimo, deben figurar en los carteles los datos de:

- Servicio de urgencia
- Ambulancia
- Policía
- Bomberos
- Taxis
- Estos teléfonos deberán figurar en la caseta de obra y estar recogidos en el Plan de Seguridad y Salud.

#### PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

Se señalará, de acuerdo con la normativa vigente, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera y que se establezca en el Plan de Seguridad y Salud.

Instalaciones provisionales en obra

#### INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

Para evitar posibles accidentes, se observarán las siguientes normas durante la ejecución de los trabajos:

- La instalación eléctrica debe ser proyectada y realizada por un especialista.
- Deben efectuarse todas las conexiones interiores con bases o clavijas normalizadas.
- Los puestos de trabajo deben disponer de plataformas de Madera y estar secos. Igual medida se adoptará en el cuadro general.
- El recorrido de cables y mangueras estará cubierto por Maderas cuando se efectúe por el suelo.
- Cuando se observe tensión en alguna masa, se cortará el circuito con el interruptor correspondiente, comunicándolo al instalador.
- En caso de accidente, quitar la tensión del interruptor general, avisar a urgencias y practicar primeros auxilios.

En las instalaciones de alumbrado se separarán los circuitos correspondientes, el alumbrado de zonas de paso, accesos y zonas de trabajo.

Los cuadros auxiliares tendrán las mismas características que el cuadro general. Estos cuadros pueden disponer de varias salidas, cada una de las cuales estará dotada de un

interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), un interruptor magnetotérmico de corte omnipolar de calibre adecuado a la intensidad del circuito y una toma de corriente tipo intemperie. Se ubicarán en lugares de fácil acceso, pendientes de tableros sujetos a los paramentos verticales, o bien serán autoportantes. Los cuadros que estén a la intemperie se cubrirán con viseras de protección contra la lluvia.

## **NORMAS DE SEGURIDAD**

- Cualquier parte de la instalación se considerará bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos necesarios.
- En las líneas enterradas se señalará el paso del cable mediante una cubrición permanente de tabloneros. La profundidad mínima de la zanja será de 50 cm y el cable irá protegido en el interior de un tubo rígido.
- Se evitarán en lo posible los empalmes entre mangueras. Si hay que hacer empalmes provisionales, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.
- La toma de tierra se efectuará a través de la pica del cuadro general. El hilo de toma de tierra estará protegido con tubo amarillo y verde. El punto de conexión de la pica estará protegido dentro de una arqueta practicable. En la base de la estructura metálica de las grúas torre se instalará una toma de tierra independiente. La toma de tierra de los aparatos que no estén dotados de doble aislamiento se hará mediante hilo neutro de combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- La iluminación de los tajos será siempre adecuada para realizar los trabajos con seguridad. En general se deben tener 100 lux como mínimo a una altura en torno a los 2 m. La iluminación se podrá efectuar con proyectores sobre pies derechos firmes o mediante lámparas portátiles y fijas.
- Las lámparas portátiles cumplirán las siguientes condiciones: el portalámparas será estanco de seguridad, con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla con gancho de cuelgue, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentación a 24 V.

## **PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Debido a la importancia de poder apagar un incendio en su inicio y concienciar a las personas que es su misión de utilizar y saber manejar los extintores y no la de los bomberos profesionales.

En la caseta de obra podremos encontrar el siguiente extintor:

- Extintor de 6 kilos POLVOS A,B,C.... . con su correspondiente señalización.



#### Normas de seguridad:

- Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos.
- Los almacenes de materiales combustibles estarán alejados de cualquier foco de calor
- La iluminación e interruptores del almacén de productos inflamables se hará mediante equipos antideflagrantes de seguridad.

#### Medidas de seguridad en la unidades de obra

A continuación se van a analizar los distintos trabajos previstos para cada una de las unidades de la obra. Los capítulos de Maquinaria y máquinas - herramientas son comunes para cada una de las fases de la obra.

### **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Se realizará un PLAN de la zona, por parte de la dirección técnica de la obra, con el fin de obtener la información necesaria sobre:

- Las características del terreno (humedad, talud natural, estratificaciones, capacidad portante).
- Existencia de edificaciones próximas que puedan verse afectadas.
- Existencia de conducciones de gas, alcantarillado, electricidad, etc., en las inmediaciones
- Existencia de grietas o movimientos del terreno.
- Se señalará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación al borde de la excavación (mínimo 2 metros).
- Los caminos de circulación interna se conservarán cubriendo los posibles baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias o materiales análogos.
- Las maquinas utilizadas para realizar la excavación de los terrenos estarán sometidas a un mantenimiento adecuado. Además, irán dotadas de su correspondiente cabina o pórtico de seguridad y el maquinista utilizará, en todo momento, el cinturón de seguridad del vehículo.
- Llevaran activado el rotativo luminoso encendido.
- Bocina de marcha atrás obligatoria.

#### Equipos de protección individual

Para la realización de los trabajos de excavación se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad.

- Botas de seguridad con puntera metálica y botas de seguridad impermeables.
- Guantes de seguridad anticorte (cuando haya que manejar materiales).
- Ropa de trabajo y trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Mascarillas anti-polvo con filtro mecánico intercambiable o en su caso mascarillas filtrantes.
- Chaleco de alta visibilidad / reflectante.

#### Medidas preventivas

- Toda la zona de peligro será acotada convenientemente
- Las operaciones de vertido de materiales o en las que los vehículos deban acercarse a los bordes de los terraplenes, serán dirigidas desde el suelo por una persona experta
- El ancho mínimo de las rampas para el tránsito de vehículos será de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores de 12 en los tramos rectos y 8% en los curvos. Si es necesario que las rampas superen las pendientes indicadas, se asegurará el agarre de los vehículos echando soleras de hormigón. (podrá variar según el proyecto y la orografía del terreno)
- La circulación de las máquinas se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros y de 4 metros para pesados.
- La parte superior de los taludes permanentes, a la que deban acceder personas, se protegerá con barandilla de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié, situada a 2 metros como mínimo del borde de coronación del talud
- Toda la zona de peligro será acotada convenientemente
- Se procurará, en la medida de lo posible, que el acceso del personal a la obra se realice por vías distintas a las destinadas al paso de los vehículos. Se evitará la presencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas, mientras duren los trabajos
- Las máquinas se utilizarán para realizar su función, estando prohibida su utilización para el transporte de personas o elementos como vigas o postes.
- Todos los materiales, tanto los procedentes de la excavación como aquellos que vayan a utilizarse durante la obra, se colocarán a distancia suficiente de los bordes de la excavación para que no suponga una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes. En caso de que no sea posible, se reforzarán las entibaciones o se dispondrán rodapiés que eviten la caída de dichos materiales sobre los operarios que puedan encontrarse en el interior de la excavación.
- Cuando el ángulo que forman las paredes sea igual o superior al del talud natural, o en las proximidades haya construcciones, maquinaria de obra, filtraciones, etc., se adoptarán las medidas adecuadas tales como colocar entibaciones o pantallas.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga el riesgo de desprendimientos.

- Se informará al operario u operarios de la existencia o proximidad de instalaciones de servicio (gas, aguas, conductores eléctricos, etc.) extremando las precauciones y vigilancia.
- En los cruzamientos con líneas en servicio, se solicitará corte de tensión cumpliendo las " 5 REGLAS DE ORO ", será planificado y supervisado por un trabajador cualificado según RD. 614/2001. 1ª Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo 3ª Reconocimiento de la ausencia de tensión. 4ª Puesta a tierra y en cortacircuito de todas las posibles fuentes de tensión. Señalización y delimitación de la zona de trabajo.
- El mando planificará e informará a los operarios, de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.

## **ESTRUCTURAS METÁLICAS**

Se dispondrá de grúas autopropulsadas y carretillas elevadoras para el transporte de material a pie de obra.

### Equipos de protección individual

Durante la fase de colocación de la estructura metálica se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera metálica y botas de seguridad impermeables.
- Guantes de seguridad anticorte.
- Ropa de trabajo y trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Gafas de seguridad o pantallas para soldadores (trabajos de soldadura).
- Manoplas, mandil y polainas para soldador.
- Mascarillas anti-polvo con filtro mecánico intercambiable o en su caso mascarillas filtrantes.
- Chaleco de alta visibilidad / reflectante.

### Medidas preventivas

- El material se almacenará en la obra de forma racional y lo más cerca posible de los medios de elevación, para evitar al máximo las manipulaciones de material.
- Se establecerá un código de señales con el objeto de obtener una perfecta coordinación entre el personal encargado de las operaciones de maniobra, de esta forma se evitarán situaciones peligrosas.
- Las cargas nunca se suspenderán o moverán por encima de los lugares de trabajo.

- Se evitará la presencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas, mientras duren los trabajos.
- Se prestará especial atención a la existencia, en las proximidades de la obra, de líneas eléctricas aéreas.

## HORMIGONADO

- No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. Se señalizará mediante una traza horizontal de color amarillo el nivel máximo de llenado del cubo.
- No se concentrarán cargas de hormigón en un solo punto. El vertido de hormigón se efectuará extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas y en superficies amplias.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
- El equipo encargado en el manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- En el caso del uso del dumper para trasladar y vaciar hormigón, se colocarán topes de frenado a 0,50 m como mínimo del borde de la excavación.
- La excavación de la cimentación debe permanecer sin hormigonar el menor tiempo posible, siendo preferible que el proceso de excavación, ferrallado y hormigonado sea continuo y en el mismo día.
- En el caso de que la excavación deba permanecer más de un día abierta o la altura de caída sea mayor de dos metros, deberá protegerse con una barandilla resistente de 90 cm de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Los camiones de transporte del hormigón deben situarse perpendiculares a la excavación, con objeto de que transmitan las menores cargas posibles al terreno.

### Equipos de protección individual

Para la realización de los trabajos de hormigonado se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera metálica
- Botas de goma o PVC de seguridad.
- Guantes de cuero y de PVC o goma.
- Ropa de trabajo y trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Cinturón de seguridad.
- Gafas de seguridad anti-proyecciones.
- Protectores auditivos.
- Muñequeras y cinturón anti-vibratorio.

- Mandil.
- Mascarillas anti-polvo con filtro mecánico intercambiable o en su caso mascarillas filtrantes.
- Chaleco de alta visibilidad / reflectante.

#### Medidas preventivas

- Antes del inicio del hormigonado se revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones así como el estado de seguridad de los encofrados y se eliminarán puntas, restos de madera, redondos y alambres.
- Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas, zapatas, etc. hormigonadas, formadas por un mínimo de tres tablones trabados (60 cm.).
- Se establecerán topes de final de recorrido (a una distancia mínima de 2 m) para los vehículos que deban aproximarse al borde de zanjas o zapatas para verter hormigón.
- Se instalarán fuertes topes al final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se establecerán topes de final de recorrido (a una distancia mínima de 2 m) para los vehículos que deban aproximarse al borde de zanjas o zapatas para verter hormigón.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás del camión hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertido será dirigida por un capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.
- La manipulación y contacto del hormigón con la piel producirá dermatosis por lo que habrá de evitarse el contacto con la misma, haciendo uso de guantes apropiados a las tareas que requieran del uso del hormigón.

#### **TRABAJOS CON FERRALLA**

- El acopio de materiales se efectuará de manera ordenada y se ubicarán por diferentes clases de materiales. (maderas con maderas, tubos con tubos, hierros con hierros, bobinas con bobinas...).
- Se efectuarán limpiezas periódicas en los tajos por parte de las subcontratas y contratatas, bien una vez a la semana o bien 15 minutos antes de terminar la jornada de forma diaria.
- Está prohibido permanecer bajo cargas suspendidas.
- Se usarán guantes mediante la manipulación de la ferralla.
- En el caso de tener trozos o partes de ferralla en los caminos, se colocaran en zonas del parque habilitadas para ello o en zonas que no entorpezcan.
- Para evitar los riesgos de la manipulación de la ferralla deberá utilizarse el equipo de protección individual preceptivo (casco, mono, botas y guantes).

#### Equipos de protección individual

Durante la fase de colocación de la ferralla se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera metálica
- Guantes de seguridad anticorte.
- Ropa de trabajo y trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Chaleco de alta visibilidad / reflectante.

## COLOCACIÓN DE PANELES DE CUADROS

### Medidas preventivas:

- El mando planificará e informará a los operarios, de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- Se utilizan polímetros para verificar la ausencia de tensión, y verificar la puesta a tierra.
- Mirar por donde se pisa, y eliminar todo los materiales que no vayamos a utilizar, utilizando las zonas de acopio.
- Andar siempre por las parte del firme que no tenga obstáculos. Utilizar la herramienta adecuada y en perfecto estado.
- Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON CAMION GRUA".
- Cuando la realización de ésta actividad requiera la utilización de escalera y/o andamios, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON ESCALERAS y/o ANDAMIOS".

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

### Medidas preventivas:

- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar los accidentes por tropiezos o interferencias.
- CHOQUES Y GOLPES La manipulación manual de elementos metálicos (vallas, barandillas, etc.) deberá efectuarse con guantes de protección mecánica.
- Antes de la utilización de una máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados y en perfectas condiciones.
- Los tramos metálicos longitudinales, transportados a hombro por un solo hombre, irán inclinados hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a los otros los operarios, (lugares poco iluminados o en marcha a "contra luz").

- Será obligatorio el uso de guantes de seguridad en aquellas operaciones que impliquen riesgo de corte, golpes o abrasión en las mismas.
- Para la manipulación de cargas, la posición del cuerpo se ajustará a los siguientes principios:
  - Pies firmemente apoyados y ligeramente separados.
  - Mantener la carga pegada al cuerpo.
  - Mantener la espalda recta.
  - Sujetar firmemente el objeto, conservando esta posición durante la carga y el transporte.
  - Flexionar las rodillas al levantar la carga.
  - Girar el cuerpo entero para cambiar de dirección durante el transporte.
- Se actuará en equipo (dos o más personas) si los materiales a transportar son pesados.
- Se utilizarán gafas de protección certificadas en aquellas tareas que impliquen proyección de partículas sólidas a los ojos, como por ejemplo al utilizar la maquinaria manual, el taladro, la sierra y las herramientas manuales de golpear (martillo y escarpa) y al picar los cordones de soldadura.
- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar estará dotada de toma de tierra en combinación con los interruptores diferenciales del cuadro general de la obra, o de doble aislamiento.
- Está prohibido anular el cable de toma de tierra de las mangueras de alimentación.
- En cuanto al tendido de los cables eléctricos, éste deberá discurrir por zonas sin circulación, sobretodo de vehículos. Si esta condición no puede cumplirse, dicho tendido deberá ser aéreo.
- Las operaciones de soldadura a realizar en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad, no se realizarán con tensiones superiores a 50 V. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar.
- El mando planificará e informará a los operarios, de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- Se seguirán las instrucciones del fabricante.
- Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolas en perfecto estado y utilizándolas únicamente para lo que están diseñadas.
- En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACION DE CARGAS"
- Se evitará siempre situarse en la vertical de operarios trabajando en altura.
- Los materiales y restos se almacenarán con orden y bien apilados en los lugares (zonas) destinadas a tal fin, de forma que no interfieran en la zona de trabajo o sus accesos.

- Se comprobará que el terreno se encuentre en buen estado.
- Realizar los trabajos sin prisas y pensando con la cabeza
- Las zonas de trabajo y accesos se mantendrán libres de obstáculos.
- Los equipos, útiles, herramientas y materiales, se almacenarán en el exterior, si los espacios interiores así lo aconsejan.
- Respetar las balizas, y zonas de trabajo con maquinaria.
- El montaje de los aparatos eléctricos (magneto térmicos, diferenciales,...) será efectuado por personal acreditado para este tipo de instalaciones. Se verificará la ausencia de tensión, antes de iniciar los trabajos. En caso de duda consulte con el Recurso preventivo o jefe de obra.

#### Equipos de protección individual

Para la realización de los trabajos de montaje de la instalación eléctrica se hará uso, por parte de todos los trabajadores, de los siguientes Equipos de Protección Individual (EPI's):

- Casco de seguridad con barbuquejo / con pantalla de protección
- Botas de seguridad y botas aislantes de la electricidad para el conexionado.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad cuando se trabaje en altura.
- Uso de banqueta aislante, guantes aislantes y pértiga
- Banqueta de maniobra, alfombra aislante, comprobadores de tensión y herramientas aislantes.

### **INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT EN EDIFICIOS**

#### Medidas preventivas:

- Está prohibido conectar los cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Las herramientas a utilizar serán del tipo aislante contra los contactos eléctricos. Si alguna herramienta presenta deterioro en su aislamiento será sustituida de inmediato.
- Para la realización de las pruebas de funcionamiento de la red eléctrica se avisará a los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones y se señalizará mediante cinta de abalizar y señales de riesgo eléctrico
- Antes de hacer entrar en carga la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos e indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



- Las escaleras de mano serán del tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas. (aconsejable escaleras de Madera)
- Bajo ningún concepto se montarán andamios utilizando escaleras a modo de borriquetas.
- Durante la apertura y cierre de rozas para el paso del cableado se tendrá especial cuidado con el orden y la limpieza de la obra para evitar pisadas o tropezones.

## **COLOCACIÓN DE TACOS (EXPANSIÓN), MONTAJE DE SOPORTES, COLOCACIÓN DE BANDEJAS**

### Medidas preventivas:

- El mando planificará e informará a los operarios, de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones. Y seguirán las instrucciones del fabricante.
- En el caso de trabajar en altura se atarán las herramientas.
- En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACION DE CARGAS".
- Para trabajos a partir de 2 m. de altura se utilizará obligatoriamente el SISTEMA.
- En el caso de utilizar escaleras mas largas de 2 metros se sustituirán por máquinas elevadoras.
- Las zonas de trabajo y accesos se mantendrán libres de obstáculos.
- Los equipos, útiles, herramientas y materiales, se almacenarán en el exterior, si los espacios interiores así lo aconsejan.
- Se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MAQUINAS - HERRAMIENTAS (Trabajos con taladro).
- Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolas en perfecto estado y utilizándolas únicamente para lo que están diseñadas. Las herramientas se llevarán en bolsas porta herramientas o en colgantes del cinturón o en su defectos atadas.
- Cuando la realización de ésta actividad requiera la utilización de escalera y/o andamios, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON ESCALERAS y/o ANDAMIOS".
- Para trabajos a partir de 2 m. de altura se utilizará obligatoriamente el SISTEMA ANTICAIDAS - LINEA DE VIDA. Cuando sea difícil la ubicación de líneas de vida, será obligatorio usar plataformas elevadoras.

## **TENDIDO DE CABLEADO**

### Medidas preventivas:

- Mirar por donde se pisa, y eliminar todo los materiales que no vayamos a utilizar, utilizando las zonas de acopio.
- Andar siempre por las parte del firme que no tenga obstáculos. Utilizar la herramienta adecuada y en perfecto estado.
- Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON CAMION GRUA".
- El tendido de cable habrá de realizarse usando gatos para elevar las bobinas y que están puedan desenrollarse sin riesgo de atrapamiento por golpeo al rodar la propia bobina.

## CONEXIONADO Y PRUEBAS

### Medidas preventivas:

- El mando planificará e informará a los operarios, de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- Es obligatoria la aplicación de las "5 REGLAS DE ORO " en todos los trabajos realizados en frío: 1ª Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo. 2ª Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y/o señalización en dispositivo de mando. 3ª Reconocimiento de la ausencia de tensión. 4ª Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión. 5ª Señalización y delimitación de la zona de trabajo. Utilizará los EPI's : casco con barbuquejo y pantalla facial, botas de seguridad, banqueta aislante y guantes aislantes
- En los casos en que los trabajos haya que realizarlos con tensión, se hará uso del procedimiento de T.E.T. correspondiente.
- Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolas en perfecto estado y utilizándolas únicamente para lo que están diseñadas. Utilizar la herramienta iso-plastificada adecuada al trabajo a realizar.
- Cuando se preparan puntas de cables para su embornado, no colocar las manos delante del trayecto de la cuchilla o pelacables.
- La zona de trabajo así como sus accesos estarán convenientemente iluminados, atendiendo a las exigencias visuales correspondientes, con contrastes de luminancia adecuada y sin deslumbramientos.
- Los materiales y restos se almacenarán con orden y bien apilados en los lugares (zonas) destinadas a tal fin, de forma que no interfieran en la zona de trabajo o sus accesos.
- Utilizar los medios adecuados para evitar arcos, alarmas, etc.
- Es obligatorio el uso de GAFAS O PANTALLA de protección contra proyecciones.
- Comprobar que la ventilación en la zona de trabajo es correcta.

- Cuando la realización de ésta actividad requiera la utilización de escalera y/o andamios, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON ESCALERAS y/o ANDAMIOS".
- Si ello es posible, se desconectarán todos los equipos y circuitos eléctricos que estén energizados antes de realizar cualquier trabajo sobre ellos. Si no es posible, se utilizarán los medios de aislamiento aplicables según la tensión de trabajo (banquetas, guantes, pértigas, etc.).

## PRÁCTICA SEGURA

### (MANEJO MANUAL DE CARGAS)

- Evitar en lo posible la manipulación manual de cargas utilizando transpaletas manuales y carretillas automotoras.
- Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, pedir ayuda de uno o varios compañeros si es posible.
- En labores de carga manual, manipular las cargas con el cuerpo en posición estable.
- Efectuar el levantamiento manual con la espalda recta, usando los músculos de las piernas flexionándolas, nunca los de los brazos o la espalda (no doblarla).
- Al realizar el levantamiento manual de la carga, colocar los pies en frente de la carga, ligeramente paralelos; asir la misma con las palmas de las manos y la base de los dedos, no con la punta de los mismos.
- Cargar los materiales de forma simétrica (levantar enderezando las piernas con la espalda recta y los brazos pegados al cuerpo).
- En el transporte, se tratará de aproximar la carga (su centro de gravedad) lo más posible al cuerpo, andando en pasos cortos y manteniendo el cuerpo erguido.
- Depositar la carga de forma inversa a la carga.
- Cuando haya que mover materiales empujando o tirando, tirar si es posible en lugar de empujar.

### EPI's requeridos o recomendados:

#### Fajas dorsos lumbares:

- Las fajas de protección dorso-lumbar tienen unas indicaciones claras para su uso y muy concretas. Son recomendadas para patologías de columna y por el tiempo de recuperación de la misma.
- El uso indiscriminado y falsamente preventivo ante contracturas y pinzamientos hace que la musculatura que protege no tenga el tono adecuado; ya que por la faja trabajan menos.
- Proporciona un soporte adicional, en la parte baja de la espalda y en el abdomen, a la vez que permite libertad de movimiento y comodidad.

## **CARGA Y DESCARGA MANUAL**

### Medidas preventivas:

- Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.
- Verificar y eliminar todo los obstáculos donde vayamos a manipular la carga
- En el manejo de cargas se tendrán en cuenta las indicaciones siguientes:
- 1ª Se situará la carga cerca del cuerpo.
- 2ª Se mantendrá la espalda recta
- 3ª No se doblará la espalda al levantar o bajar una carga.
- 4ª Se usarán los músculos mas fuertes, los de los brazos, piernas y muslos.
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de CINTURON ANTILUMBAGO.

## **CARGA Y DESCARGA CON MEDIOS MECÁNICOS**

### Medidas preventivas:

- Llevar la carga manteniéndose derecho.
- Aproximar la carga al cuerpo.
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de CINTURON ANTILUMBAGO.
- Se tomarán descansos para recomponernos, se tomará agua y tomaremos aire fresco.
- En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra.
- La carga se transportará de forma que no impida ver y que estorbe lo menos posible el andar natural.
- Eliminar obstáculos (materiales...) que estorben durante la manipulación de la carga.
- Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON CAMION GRUA".

## **MÁQUINAS – HERRAMIENTAS**

### **CAMIÓN GRÚA**

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles / inmóviles

- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Atrapamientos por piezas
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Proyecciones de líquidos a presión

#### Medidas preventivas:

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de palets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del palet para colocar en él el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorso lumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### Requisitos del operador:

- Conocer perfectamente las características de la máquina, tanto del camión, como de la grúa.
- Conocer el procedimiento de carga y descarga a seguir, así como el conocimiento de los dispositivos de elevación a utilizar (eslingas y cadenas).
- Poseer el carné de conducir necesario para el uso de dicha máquina y la autorización expresa de la Empresa.
- Conocer y disponer de los manuales de uso, mantenimiento y seguridad de las máquinas.
- Cuidar y mantener en perfecto estado la máquina, así como los letreros de advertencia.
- Estar en perfectas condiciones físicas y psíquicas.

- Conocer los dispositivos de emergencia del camión.
- Estabilizar el camión de forma adecuada.
- En caso realizar una trabajo en una vía pública, no empezar a trabajar hasta que no este debidamente señalizado su zona de trabajo.
- Avisar al jefe de obra, recurso preventivo o encargado de cualquier anomalía en su trabajo.
- Cuando se estén manipulando bobinas de cable, una vez ubicadas en suelo firme, deberán estar previstas de cuñas, para evitar su desplazamiento.
- Se deberá tener el máximo cuidado posible, en el caso de que los operarios que intervengan en el proceso de carga o descarga, se encuentren encima del remolque.

#### Medidas preventivas:

- El operario comprobará que el área de ubicación del camión esté lo más despejado posible.
- Estudiará la maniobra de ubicación y, si es necesario, solicitará ayuda para realizar dicha maniobra.
- Comprobar la resistencia del terreno. Es obligatorio usar los pies estabilizadores (patas) en su máxima extensión, así como los suplementos, calzos, etc. cuando sea necesario.
- Durante la descarga y ubicación de la mercancía, nos ubicaremos fuera del alcance de la carga, hasta que la carga se encuentre a 50 cms del suelo.
- Las zonas de trabajo, así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.
- Verificar que la zona de trabajo se encuentre libre de obstáculos.
- Cuando por razones de la obra se ocupen los espacios destinados a la circulación peatonal (aceras, pasos,.....) se habilitarán pasos alternativos debidamente señalizados y protegidos.
- El camión estará con el freno de mano accionado y, donde sea necesario, se calzarán las ruedas.

#### Equipos de protección individual:

Para la realización de los trabajos de carga y descarga, que tenga que abandonar la cabina de la grúa usa de forma obligatoria los siguientes equipos de protección individual (EPI's):

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad
- Guantes seguridad para la manipulación de eslingas, cadenas y maderas utilizadas en la estabilización de la grúa.
- Ropa de trabajo.

- chaleco alta-visibilidad / chaleco reflectante.

## VEHÍCULOS DE TRANSPORTES

Los vehículos usados para transportar deberán tener en cuenta:

- La presencia de operarios de diferentes contratas en las instalaciones del parque.
- Velocidad máxima de circulación por el interior del parque de 20 Km. / hora.
- Prohibido utilizar elementos de elevación, sujeción, tensores, sin marcado CE.
- Deberán revisarse todos los mecanismos del camión (barreras, pernos, cierres de las cajas, tensores...).
- Todo vehículo de transporte, estará debidamente documentado, seguros, inspecciones ITV, etc.
- Deberá disponerse en el interior de la cabina de un botiquín de primeros auxilios.
- Utilización de la herramienta adecuada que tenga que utilizar.
- Prohibido manipular de forma individual cargas igual o superior a 25 kg.
- En la cabina deberá haber un extintor de CO2 timbrado y con las revisiones al día.
- Seguirá las indicaciones del jefe de obra, recurso preventivo o persona encargada en el tajo.
- El vehículo de transporte esta debidamente señalizado si transporta materias peligrosas, inflamables o corrosivas.
- No se descargan materiales en las zonas de paso, solo en zonas de acopio de la obra

### Medidas preventivas:

- El ascenso y descenso de la caja del camión se efectuará mediante escalerilla metálica dotada de gancho de inmovilización y seguridad.
- Utilizar los peldaños y asideros, no subir utilizando las llantas, ruedas o salientes ni trepando por la caja.
- No saltar nunca directamente de la caja o desde la carga al suelo.
- Se prohíbe subir o bajarse en marcha y transportar personas en los camiones, furgonetas de transporte.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- Las maniobras de posición correcta (aparcamiento) y expedición (salida) del serán dirigidas por un señalista.
- Si no hay suficiente iluminación natural, deberá preverse iluminación artificial de la zona de trabajo.
- Se prohibirá abandonar el camión, furgoneta con el motor en marcha.

- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme compensando los pesos, de la manera más uniformemente repartida posible.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona para evitar que se desprenda la carga.
- Si debe guiar las cargas en suspensión, hágalo mediante "cabos de gobierno" atados a ellas.
- Evite empujarlas directamente con las manos.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de s (para el conductor en caso de que salga de la cabina o vehículo)
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad. (prohibido bajar de la cabina sin calzado de seguridad)
- Guantes de seguridad (en el caso de manipulación de material).
- Chaleco alta-visibilidad / reflectante obligatorio.

#### **TRABAJOS CON MAQUINARIA MANUAL**

##### Prácticas seguras:

- Elegir el lugar más adecuado para colocar la maquinaria manual de forma que el recorrido de los cables de alimentación sea lo más corto posible.
- Debe llevarse la ropa ajustada y el pelo recogido. Se recomienda quitarse reloj, anillos, pulseras... durante su uso
- Nunca debe tratarse de parar el disco con las manos
- Antes de cambiar los discos debe desconectarse totalmente la máquina
- Inspeccionar la máquina. Si tiene alguna pieza o conexión en mal estado comunicarlo para que sea reparada.
- Deben mantenerse todos los dispositivos de seguridad (resguardos) de la maquinaria manual en su posición.
- No deben manipularse las partes cortantes de la máquina con las manos desnudas. Utilizar guantes de cuero para la manipulación de los discos de sierra.
- En la utilización de la maquinaria manual debe usarse siempre gafas de protección frente a impactos.
- Cuando el nivel de ruido emitido por la maquinaria manual sea molesto, usar protección auditiva.
- La maquinaria manual debe conectarse exclusivamente a redes protegidas por interruptores diferenciales.
- Antes de usar la maquinaria manual debe comprobarse que no hay productos químicos en la proximidad, pues si cayesen en ellos chispas podría originarse un incendio.



- Prohibido utilizar la maquinaria manual sin los dispositivos de seguridad que lleva de origen.

#### Medidas preventivas:

- Es obligatorio el uso de GAFAS O PANTALLA de protección contra proyecciones.
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de MANDIL
- Cuando no se utilice la radial, se mantendrá con el disco hacia abajo
- Se comprobará la perfecta fijación del disco, que no estará mellado ni con fisuras
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de PROTECTORES AUDITIVOS
- Se evitará en lo posible la formación de polvo, si esto no es posible, es obligatorio el uso de PROTECCION RESPIRATORIA
- Comprobar el perfecto estado de la máquina y el cable que deberán estar en perfectas condiciones de aislamiento, así como su cuadro eléctrico donde se conecta, y su correspondiente toma a tierra
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- En las piezas a trabajar NO SE UTILIZARÁN NI LAS MANOS NI LOS PIES, para sujetar las mismas.
- Disponer de los medios adecuados para su extinción (pantallas protectoras, agua, extintores, etc.).

#### EPIs requeridos o recomendados:

- Gafas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Protección auditiva.

#### **TRABAJOS CON ESCALERAS Y ANDAMIOS**

- Usar solamente escaleras en buen estado: con todos los peldaños, zapatas en la base...
- Colocar la escalera en posición estable (formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal).
- Amarrar la cabecera de la escalera al punto de apoyo superior. Si no es posible, cuando se ascienda por la escalera debe haber una persona sujetándola en la base.
- Cuando se use la escalera para pasar de un nivel a otro, colocar la cabecera de tal forma que sobresalga un metro del punto de apoyo superior.
- Subir siempre de frente, y una persona cada vez.
- Usar la bolsa portaherramientas, con objeto de mantener las manos libres en los ascensos y descensos.

- En los trabajos a más de 3,5 metros de altura, usar el arnés de seguridad amarrado a un punto fijo independiente de la escalera.
- Cuando la escalera se coloque en zonas de paso de carretillas o detrás de puertas, colocar señales o vallas, de modo que se avise de la existencia de la escalera, y se impida que ésta sea golpeada por personas o carretillas, o que caigan objetos sobre trabajadores que pasen por la zona.
- Cuando se usen herramientas en altura, llevarlas enganchadas a la muñeca mediante una cuerda para evitar su caída.
- Obligatorio usar casco de seguridad con barbuquejo cuando se trabaje con escaleras en alturas superiores a los 3,5 metros.
- En el caso de que no exista punto de anclaje para utilizar el arnés de seguridad, la empresa estará obligada a emplear plataformas de elevación para realizar sus trabajos.

#### Medidas preventivas:

- No se desplazará la escalera estando extendida.
- Se prestará la máxima atención al doblar esquinas.
- No se realizarán giros rápidos que puedan golpear en su trayectoria a personas, vehículos, lunas de establecimientos, etc.
- En el plegado de la escalera las manos se colocarán fuera del recorrido.
- Llevar portador de herramientas de cintura o llevarlas atadas.

EPIs obligatorios: casco con burbujeo y arnés de seguridad.

#### NORMAS REFERENTES A PERSONAL EN OBRA

En cada grupo o equipo de trabajo, el Contratista deberá asegurar la presencia constante de un encargado o capataz, responsable de la aplicación de las normas contenidas en el Plan que se elabore a partir de este Estudio de Seguridad y Salud.

El encargado o capataz deberá estar provisto siempre de una copia de tales normas, así como de todas las autorizaciones escritas eventuales recibidas del Coordinador de Seguridad y Salud o/y Director de la Obra. Será el encargado de hacer cumplir todas las normas y medidas de seguridad establecidas para cada uno de los tajos. Hará que todos los trabajadores a sus órdenes utilicen los elementos de seguridad que tengan asignados y que esta utilización sea correcta. No permitirá que se cometan imprudencias, tanto por exceso como por negligencia o ignorancia. Se encargará de que las zonas de trabajo estén despejadas y ordenadas, sin obstáculos para el normal desarrollo del trabajo.

Designará las personas idóneas para que dirijan las maniobras de los vehículos. Dispondrá las medidas de seguridad que cada trabajo requiera, incluso la señalización necesaria. Ordenará parar el tajo en caso de observar riesgo de accidente grave e inminente.

Los trabajadores deberán trabajar provistos de ropa de trabajo, cascos y demás prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Accederán al puesto de trabajo por los itinerarios establecidos.

No se situarán en el radio de acción de máquinas en movimiento.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

#### NORMAS DE SEÑALIZACIÓN

Los accesos al centro de trabajo deberán estar convenientemente señalizados de acuerdo con la normativa existente.

La señalización de Seguridad y Salud deberá emplearse cuando sea necesario:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzcan situaciones de emergencia.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.

Orientar o guiar a los trabajadores que realicen maniobras peligrosas.

#### CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o de la proximidad de la fecha de sustitución.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechada y repuesta al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### Protecciones personales

Todos los equipos de protección individual deben cumplir lo establecido en el Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. De este modo, todos deben cumplir las condiciones que establece su correspondiente normativa de comercialización (R.D. 1407/92 y posteriores modificaciones) y, por tanto, llevar el marcado CE e ir acompañados de la información necesaria para su adecuado uso y mantenimiento.

En la obra, las normas de uso y mantenimiento deben ser comunicadas a los usuarios o mantenedores a los que incumban.

### Protecciones colectivas

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Señales: Estarán de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Vallas autónomas de limitación y protección: Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas con tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad. Las patas serán tales que en caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Escaleras de mano: Cumplirán con las normas establecido en el capítulo correspondiente de la memoria de este plan.
- Extintores: Serán adecuadas en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

## ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

El contratista debe haber establecido un sistema de prevención de riesgos laborales en su empresa, optando por alguna de las posibilidades que le ofrece la ley:

- Designar uno o varios trabajadores para ocuparse de las actividades de prevención.
- Constituir un servicio de prevención propio.
- Concertar dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

El contratista constituirá un Comité de Seguridad y Salud en su empresa cuando el número de trabajadores supere los 50 o cuando así los disponga el Convenio Colectivo Provincial. El Comité de Seguridad y Salud se debe reunir, al menos, una vez al trimestre. Sus funciones están detalladas en el artículo 39 de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista deberá adoptar medidas de información e instrucciones adecuadas respecto a los riesgos a todos los subcontratistas y a los trabajadores autónomos. El contratista deberá impartir formación e información sobre los riesgos del trabajo, generales y de cada puesto en concreto, a sus trabajadores.

El contratista deberá designar a un responsable de seguridad y salud en la obra, que vigile el cumplimiento de todas las medidas establecidas en el Plan de seguridad y salud que derive de este Estudio y que actúe de interlocutor permanente ante el coordinador de Seguridad y Salud.

El contratista deberá someter a sus trabajadores a reconocimiento médico cuando entren a trabajar en su empresa y, después, una vez al año.

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

### NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Ley 31/1995 de 8-11-99, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, reforma de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006 de 18 de Octubre, Reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.
- RD 1109 / 2007 Reguladora sobre la subcontratación en el sector de la Construcción.
- R.D. 171/2004 Desarrollo del artículo 24 de la Ley de P.R.L.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- R.D. 485/1997 de 14 de abril, Señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril, Seguridad y salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril, Manipulación manual de cargas.
- R.D. 488/1997 de 14 de abril, Pantallas de visualización.
- R.D. 664/1997 de 12 de mayo, Protección contra agentes biológicos.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, Utilización de EPI's.
- R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 2177/2004, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- 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.
- R. D. 1435/92 de Máquinas, complementado por el R.D. 56/95 y R.D. 1849/2000.
- R. D. 1316/89 de 27 de octubre sobre Protección de los trabajadores frente a la Exposición al ruido.
- Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- R. D. Legislativo 1/1994 de 20 de Junio por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la seguridad social.
- R. D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Decreto 3151/68 de 28 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- R. D. 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Real Decreto 1513 de 11 de octubre que establece exigencias sobre los certificados y las marcas de cadenas, cables y ganchos.
- Real Decreto 1244/79 de 4 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión y sus Instrucciones Técnicas complementarias:
- ITC MIE AP7 Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados, disueltos y a presión.
- Real Decreto 1504/96 de 23 de noviembre por el que se modifican determinados artículos del Reglamento de Aparatos a Presión.
- Real Decreto 837/03 por el que se aprueba el nuevo texto de la Instrucción Técnica Complementaria ITC MIE AEM-4 sobre Grúas Móviles Autopropulsadas.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de Productos Químicos y sus ITCs.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, sobre Certificado profesional de Prevencionistas de riesgos laborales.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo (BOE del 27 de julio – rectificado en el BOE de 4 de octubre), por el que se aprueba el Reglamento de seguridad en las máquinas. Modificado por los R.R.D.D. 590/1989, de 19 de mayo y 830/1991, de 24 de mayo. Derogado por el R.D. 1849/2000, de 10 de noviembre.
- ITC MIE APQ-001 Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
- ITC APQ-005 Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados, disueltos a presión.

- Ley 33/2002 de 5 de Julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. También Corrección de errores de 19 de noviembre.
- Ordenanza General de seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. de 09/03/1971), en los títulos no derogados.
- Real Decreto Legislativo 1/95 de 24 de marzo por el que se aprueba el Texto Refundido del Estatuto de los trabajadores.
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción Vidrio y Cerámica, en los puntos no derogados.
- Convenio colectivo provincial de la construcción.
- R.D. 2001/83 de 28 de julio sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.
- Disposiciones que modifiquen, complementen o anulen a las citadas.

Y todas aquellas Normas o Reglamentos en vigor durante la ejecución de las obras que pudieran no coincidir con las vigentes en la fecha de redacción de este Estudio de Seguridad.

#### PRESCRIPCIONES GENERALES DE SEGURIDAD

Todo el personal, incluyendo las visitas, la dirección facultativa, etc., usará para circular por la obra el casco de seguridad, durante el periodo que va entre la fase de estructura y la de acabados de la obra.

Cuando acontezca algún accidente en que se necesite asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación técnica de las causas de tipo humano y de condiciones de trabajo que han posibilitado el accidente.

Además de los trámites establecidos oficialmente, la empresa pasará un informe a la dirección facultativa de la obra, donde se especificará:

- Nombre del accidentado; categoría profesional; empresa para la cual trabaja.
- Hora, día y lugar del accidente; descripción del accidente; causas de tipo personal.
- Causas de tipo técnico; medidas preventivas por evitar que se repita.
- Datos límite de realización de las medidas preventivas.

Este informe se pasará a la dirección facultativa y al coordinador de seguridad en fase de ejecución al día siguiente del accidente como muy tarde.

La dirección facultativa y el coordinador de seguridad podrán aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación futura en el plan de seguridad y salud que fuera necesario realizar, hará falta conseguir previamente la aprobación del coordinador de seguridad y de la dirección facultativa.

El cumplimiento de las prescripciones generales de seguridad no va en menoscabo de la sujeción a las ordenanzas y reglamentos administrativos de derecho positivo y rango superior, ni exime de cumplirlas.

La maquinaria de la obra dispondrá de las protecciones y de los resguardos originales de fábrica, o bien las adaptaciones mejoradas con el aval de un técnico responsable que garantice la operatividad funcional preventiva.

Toda la maquinaria eléctrica que se use en la obra tendrá conectadas las carcasas de los motores y los chasis metálicos a tierra, para lo cual se instalarán las piquetas de tierra necesarias.

Las conexiones y las desconexiones eléctricas a máquinas o instalaciones las realizará siempre el electricista de la obra.

Queda expresamente prohibido efectuar el mantenimiento o el engrasado de las máquinas en funcionamiento. Queda expresamente prohibido encender cualquier tipo de fuego en la obra.

## CONDICIONES DE LOS MEDIOS HUMANOS

### **OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

El promotor de las obras es quien asume los compromisos legales y urbanísticos que le corresponden en aplicación de la normativa vigente.

El promotor designará a los técnicos competentes encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

El promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra; éste se integrará dentro de la dirección facultativa de acuerdo con lo previsto en el R.D. 1627/1997.

El promotor efectuará el aviso previo de obra la autoridad laboral competente, así como exponerlo de forma visible en la obra.



## **OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

El contratista controlará los accesos a la obra de forma que sólo las personas autorizadas y con las protecciones personales que son obligadas puedan acceder a la obra.

El acceso estará restringido, debidamente señalizado y durante los periodos en que no haya actividad, estará cercado. El contratista será responsable del mantenimiento en condiciones reglamentarias y de la eficacia preventiva de las protecciones colectivas y de los resguardos de las instalaciones provisionales, así como de las máquinas y vehículos de trabajo.

El contratista asumirá el control de entrega de los equipos de protección individual (EPI) de la totalidad del personal que interviene en la obra.

El contratista llevará el control de las revisiones de mantenimiento preventivo y las de mantenimiento correctivo (averías y reparaciones) de la maquinaria de obra.

## **OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES**

Comprende a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adaptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las Administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen interno.

#### **OBLIGACIONES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA**

La dirección facultativa es la encargada de dirigir el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que lo define.

La dirección facultativa es designada por el promotor, encargada de la dirección y del control de la ejecución de la obra, asumiendo la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

La dirección facultativa en el caso de ausencia del coordinador de seguridad y salud, adoptará las distintas funciones que a éste se le encomiendan.

#### **ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRA**

El promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud de acuerdo con lo previsto en el R.D. 1627/1997.

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud estará encargado de realizar las siguientes tareas:

- Coordinar durante la fase de elaboración del proyecto de obra, la aplicación de los principios que se mencionan en el artículo 8 del R.D. 1627/1997.
- Llevar a cabo durante la ejecución de la obra, las tareas que se mencionan en el artículo 9 del R.D. 1627/1997. Cumplir y hacer cumplir a los contratistas y subcontratas de estas, lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## **PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

El contratista principal está obligado a redactar un plan de seguridad y salud antes del inicio de la obra, adaptando este Estudio de seguridad y salud a sus medios y métodos de ejecución.

Este plan de seguridad y salud se hará llegar a los interesados, según establece el Real Decreto 1627/97, con el fin de que puedan presentar las sugerencias y las alternativas que les parezcan oportunas, y puedan proceder al cumplimiento del acta de aprobación visada colegialmente por el colegio profesional correspondiente.

Cualquier modificación que introduzca el contratista en el plan de seguridad y salud, de resultas de las alteraciones e incidencias que puedan producirse en el curso de la ejecución de la obra o bien por variaciones en el proyecto de ejecución que ha servido de base para elaborar este estudio de seguridad y salud, requerirá la aprobación del técnico autor del estudio de seguridad y salud, así como del coordinador en materia de seguridad en la fase de ejecución de obras.

## **LIBRO DE INCIDENCIAS**

Cada centro de trabajo dispondrá de un libro de incidencias, de acuerdo con lo previsto en el Plan de Seguridad y Salud.

El libro de incidencias, será facilitado por el Colegio Oficial al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

El libro de incidencias, deberá mantenerse en todo momento en la obra y estará en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud o bien en la Dirección facultativa. A dicho libro tendrá acceso la dirección facultativa, contratista, subcontratistas, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención que intervengan en la obra. Asimismo, tendrán acceso al citado libro, los técnicos en materia de prevención de las Administraciones Públicas competentes, los cuales podrán realizar las anotaciones que consideren oportunas.

Efectuada cualquier anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de Seguridad y Salud o bien la dirección facultativa, estarán obligados a remitir en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de trabajo y Seguridad Social de la Provincia. Asimismo, deberá notificar las anotaciones realizadas al contratista afectado y representante de los trabajadores.

## **PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa, observase incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud,

advertirá al Contratista dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias y quedando facultado para que en circunstancias de riesgo grave e inminente para la Seguridad y Salud de los trabajadores proceda a la paralización inmediata de los trabajos.

En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización de las obras, deberá dar cuenta a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, y en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores.

La paralización indicada de los trabajos, se entiende sin perjuicio de la normativa respecto al cumplimiento de plazos previstos.



**ANEXO VII - PRESUPUESTO**  
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA  
PARA LA HIBRIDACIÓN DEL  
PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES  
DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	13/07/2022
<b>Revisión</b>	0

<b>Wp</b>	2869760
-----------	---------

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO (€/u)</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>	<b>€/Wp</b>
<b>1</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				116.961,81	0,0408
<b>1.1</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>				40.954,11	0,0143
	<b>LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO</b>					
1.1.1	Desbroce y limpieza de terreno, por medios mecánicos, sin tala de árboles con carga a camión y transporte a vertedero, sito a menos de 10 Km. Incluso vallado de traviesas existente.	m2	48371	0,14	6.771,94	0,0024
	<b>RIPADO Y EXTENDIDO CON TRAILLA</b>					
1.1.2	Vaciado a cielo abierto en terreno de consistencia media-dura, con trailla, incluso extendido y nivelado láser en pendiente uniforme.	m3	5375	3,84	20.638,29	0,0072
	<b>COMPACTADO DE TIERRAS</b>					
1.1.3	M2 de compactación de tongada de tierras de rodillo compactador liso medido en tongadas de un máximo de 30 cm de espesor, al menos con 4 pasadas, dos en direcciones perpendiculares. Incluye el riego mediante cisterna.	m2	6046,375	2,24	13.543,88	0,0047
1.2	<b>VALLADO</b>				12.755,10	0,0044
	<b>MALLA PLASTIF. S.TORSION 50</b>					
1.2.1	Cercado tipo Arga con malla de acero galvanizado plastificado color verde, simple torsión, trama 50-14/17 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión y pintados al horno, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con hormigón HM-15 central,o fijada a zócalo con contratubo, tensores, grapillas y accesorios.	m2	1830	6,97	12.755,10	0,0044
1.3	<b>CANALIZACIONES</b>				63.252,60	0,0220
	<b>EXCAV.ZANJA RETRO T.MED.-DURO</b>					

1.3.1	Excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia mediana, en apertura de zanjas, cimentación o saneamiento, con extracción de tierras a los bordes o carga a camión, i.limpieza manual del fondo.	m3	2890	3,12	9.016,80	0,0031
1.3.2	<b>TRANSP.TIERRAS &lt; 10KM.CARG.MEC</b> Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, a una distancia menor de 10 Km., con camión volquete de 10 Tm. y con carga por medios mecánicos.	m3	1380	2,49	3.436,20	0,0012
1.3.3	<b>HORM.HM-15 ZANJ.V.M.CEN</b> Hormigón en masa HM-15/P/40., elaborado en central, en relleno de zanjas de cimentación o canalizaciones, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación.	m3	150	52,28	7.842,00	0,0027
1.3.4	<b>TUBO HORMIGÓN ARMADO 60cm. DIÁMETRO</b> Tubo de hormigón armado para saneamiento sin presión, fabricado por compresión radial, clase 60, carga de rotura 60 kN/m <sup>2</sup> , de 600 mm de diámetro nominal (interior), unión por enchufe y campana con junta elástica, en tramos de 760 mm de diámetro exterior, 80 mm de espesor, 2400 mm de longitud útil, 2500 mm de longitud total.	Ud.	90	89,19	8.027,10	0,0028
1.3.5	<b>RELLENO ZANJAS TIERRAS PROPIAS</b> Relleno y compactación mecánica de zanjas y pozos, por medios mecánicos en tongadas de 20 cm. de espesor, i/regado de las mismas, con tierras propias de excavación, seleccionadas, humectado y compactación superior al 97% del Proctor Modificado	m3	2160	1,3	2.808,00	0,0010
1.3.6	<b>TUBO TPC D200mm</b> Tubo corrugado de doble pared TPC, corrugado exterior y liso interior, de D=200 mm. NI 52.95.03, colocado en zanja, con alambre guía, según norma de Compañía.	m2	2950	1,98	5.841,00	0,0020
	<b>TUBO TPC D-90mm</b>					

1.3.7	Canalización para red de baja tensión con tubería corrugada de doble pared TPC, corrugado exterior y liso interior, de D=90mm., colocado en zanja, con alambre guía, según norma Reglamento Electrotécnico y Compañía Suministradora.	m	5200	1,55	8.060,00	0,0028
1.3.8	<b>CINTA ATENCIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS</b> Cinta de polietileno de 15 cm de ancha, con indicación "Atención debajo hay cables eléctricos", instalada en zanja.	m	3520	0,3	1.056,00	0,0004
1.3.9	<b>ARQUETA CANALIZACION SUBTERRANEA TRONCOPIRAMIDAL</b> Arqueta hormigón prefabricado con base 1x1m útil y tronco de pirámide superior, normalizada por Iberdrola s/planos, profundidad media 1,20m, con marco y tapa de fundición reforzada de 0,7*0,7m-40 Tm, incluso sellado de tubos.	Ud.	55	312,1	17.165,50	0,0060
<b>2</b>	<b>MÓDULOS FV Y ESTRUCTURA</b>				855.216,56	0,2980
2.1	<b>PANEL FOTOVOLTAICO Vertex TSM-DEG20C.20</b> Ud. Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino bifacial, Vertex TSM-DEG20C.20 de la marca Trina Solar, potencia nominal (Wp) 590 W, con tolerancia de 0/+5 W, características eléctricas principales: Vmpp = 34,2 Vdc, Impp= 17,25 A dotado de toma de tierra, grado de protección IP-68 con diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, dimensiones 2172*1303*40 mm accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado, probado y funcionando.	Ud.	4864	174,79	850.178,56	0,2963
	<b>ESTR SOPORTE PANEL- SEGUIDORA ± 60° 2Vx32 HINCADA</b>					



2.2	Estructura solar seguidora para fundar en el terreno, preparada para módulos Trina Solar TSM-DEG20C.20 de 590 Wp configuración 2 paneles verticales (2V) en filas de 32 paneles, albergando un total de 64 módulos. Estructuras dispuestas longitudinalmente Norte Sur y con inclinación variable $\pm 60^\circ$ , con pilares de acero galvanizado y estructura de aluminio para fijación paneles fotovoltaicos, profundidad de hincado > 1,5 metros, composición s/planos, incluida garantía, seguridad trabajos en altura, tornillería acero inoxidable. Instalada y en funcionamiento.	Ud.	72	36	2.592,00	0,0009
2.3	<b>ESTR SOPORTE PANEL- SEGUIDORA <math>\pm 60^\circ</math> 2Vx16 HINCADA</b> Estructura solar seguidora para fundar en el terreno, preparada para módulos Trina Solar TSM-DEG20C.20 de 590 Wp configuración 2 paneles verticales (2V) en filas de 16 paneles, albergando un total de 32 módulos. Estructuras dispuestas longitudinalmente Norte Sur y con inclinación variable $\pm 60^\circ$ , con pilares de acero galvanizado y estructura de aluminio para fijación paneles fotovoltaicos, profundidad de hincado > 1,5 metros, composición s/planos, incluida garantía, seguridad trabajos en altura, tornillería acero inoxidable. Instalada y en funcionamiento.	Ud.	8	52	416,00	0,0001
2.4	<b>INSTALACION PUESTA A TIERRA ESTRUCTURA MODULOS FV</b> Realización de puesta a tierra estructura seguidora metálica soporte paneles fotovoltaicos formada por 74 picas acero/cobre 2m DN-14 unidas con cable de aluminio de 50 mm <sup>2</sup> (L> 150 m) enterrado en el terreno formando un electrodo de TT, uniendo piezas de la estructura fija soportes paneles fotovoltaicos y masas metálicas del sistema fotovoltaico, conexiones, instalada, medida de la TT y certificada.	Ud.	1	2030	2.030,00	0,0007
3	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DC</b>				26.851,50	0,0094
	<b>CABLE ZZ-F (PV1-F) 1,8 KV-DC DE 1X6 MM2-Cu</b>					

3.1	Cable ZZ-F/H1Z2Z2-K (PV1-F) 1,8 KV dc de 1x6 mm2 de sección en cobre, incluso conectores macho/hembra para paneles fotovoltaicos, multicontacto conector aéreo MC 4-6 mm2, grapas y accesorios de anclaje, pequeño material, instalado y probado.	m	13770	1,95	26.851,50	0,0094
4	<b>INVERSORES</b>				146.822,00	0,0512
4.1	<b>CASETA PREFABRICADA PARA 1 INVERSOR</b> Caseta prefabricada de hormigón armado, dimensiones 2,14*1,68*2,18 m (ancho* profundo* alto) con puerta de acceso de 1,20*1,83 m, metálica galvanizada, y con rejilla de ventilación, con losa de cimentación de hormigón armado 2,30*1,85*0,16 m con abertura entrada cables y accesorios; incluso arqueta de hormigón de 1*1*1 m bajo losa para canalizaciones subterráneas, completa e instalada.	Ud.	11	2305	25.355,00	0,0088
4.2	<b>INVERSOR TRIFÁSICO SUNGROW MODELO SG250HX</b> Inversor trifásico SUNGROW modelo SG250HX de 250 kWn @ 30°C / 225 kWn @ 40°C / 200 kWn @ 50°C, eficiencia 99,00%. Tensión de entrada máxima Ddc <sub>máx</sub> 1500V, 24 Entradas con conectores dobles FV con protección string y descargadores contra sobretensiones tipo 2, 12 seguidores del punto de máxima potencia (MPPT) pantalla LCD, caja para interior/ exterior, incluyendo control de red y equipos de seguridad, vigilancia anti-isla, protecciones contra polarizaciones inversas, cortocircuitos, fallo de aislamiento; preparado para comunicación con PC, otro inversor o datalogger, protecciones contra sobretensiones ac (tipo-2) y protecciones para comunicación Ethernet y RS485, incluso accesorios, soportes y parte proporcional de pequeño material. Completamente montado, probado y funcionando.	Ud.	11	9324	102.564,00	0,0357
	<b>MONITORIZACIÓN REMOTA INVERSOR</b>					

4.3	Sistema para monitorización remota de instalación de inversor trifásico de 250 KWn mediante módem, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de rack, pequeño material, cableado, fibra óptica para comunicaciones, completamente montado, probado y funcionando	Ud.	11	398	4.378,00	0,0015
4.4	<b>INTERRUPTOR AUTOMATICO III 250A</b> Interruptor automático IV 250A (Reg 0,6-1) 35 kA de poder de corte, con disparadores regulables colocado, incluso p/p cuadro eléctrico con cableados, conexionado.	Ud.	11	673	7.403,00	0,0026
4.5	<b>BANDEJA GALVANIZADA REJIBAND 100X60</b> Bandeja galvanizada rejiband, dimensiones 100x60 mm con p/p de piezas de unión, piezas especiales, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 1m.	Ud.	8	12	96,00	0,0000
	<b>INTERRUPTOR MAGNÉTICO PARA PUERTA O VENTANA INTRUSIÓN</b> Interruptor magnético para puerta o ventana instalado y cableado a red intrusión, completo y en funcionamiento.	Ud.	8	37	296,00	0,0001
4.7	<b>EQUIPO GUARDAMOTOR- DISYUNTOR 0,3-0,5A</b> Equipo guardamotor - Disyuntor con Reg 0,3 - 0,5 A completo e instalado.	Ud.	1	42	42,00	0,0000
4.8	<b>CONTACTOR III-15A/240V CON CONTACTOS AUXILIARES</b> Contactor III-15A/240V con contactos auxiliares para carril conexionado e instalado en cuadro.	Ud.	11	45	495,00	0,0002
4.9	<b>EXTRACTOR DE AIRE S&amp;P HXTR/4-355</b> Extractor de aire mural S&P modelo HXTR/4-355 de 145 W,caudal 2890 m3/h, instalado en fachada caseta, completo e instalado.	Ud.	11	142	1.562,00	0,0005
	<b>TERMOSTATO AMBIENTE CASETA INVERSORES</b>					

4.10	Termostato ambiente para control de temperatura de la caseta de inversores, regulación manual, i/p.p. de cableado, cajas de registro y conexionado de cables.	Ud.	11	51	561,00	0,0002
4.11	<b>RACK DE COMUNICACIONES CASETA INVERSORES</b> Rack de comunicaciones en caseta de servidores, con línea de alimentación desde SAI, conexión de fibra óptica LF6 (FO 0,8x50 DSPO1) completa.	Ud.	11	370	4.070,00	0,0014
5	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2000 kVA</b>				87.698,12	0,0306
5.1	<b>CASETA PREFABRICADA ORMAZABAL (2750 KVAs)</b> Caseta prefabricada monobloque ORMAZABAL 5900x2200 VE 1PP esp (2750 KVAs), de dimensiones totales 5,9*2,3*2,2 metros, dotada de puerta acceso peatonal y 2 puerta de acceso transformador de potencia, rejillas de ventilación. cerraduras normalizadas, transporte, montaje, emplazamiento en foso, acondicionamiento del terreno, grúa, y trabajos accesorios; instalada.	Ud.	1	8440	8.440,00	0,0029
5.2	<b>INSTALACION TIERRA DE PROTECCIÓN CT</b> Realización de puesta a tierra de servicio electrodo 80-30/5/82 UNESA, formada por 8 picas DN-14/2m. en rectángulo de 8x3 m , a profundidad de 0,50m, unidas por cable de cobre de 50 mm2. incluso ramales, caja seccionamiento/ medida y accesorios	Ud.	1	175	175,00	0,0001
5.3	<b>ACERADO CT - SOLERA DE HORMIGON FRATAS. 15CM</b> Solera de hormigón HM-20., de 15 cm. de espesor, i/ juntas de contorno y dilatación, vertido y regleado con acabado fratasado para formación de acerado protector perimetral al Centro Transformación.	Ud.	1	300	300,00	0,0001
	<b>CELDA DE LÍNEA SM6 IM SCHNEIDER - 24KV</b>					

5.4	Celda ref. SM62EIM41, función interruptor de línea de la gama SM6 de Schneider Electric, 24kV (uso de 8,8kV a 23,3kV) 400A 16kA con interruptor-seccionador en SF6 con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar 400A, acometida inferior por cables 3 x 240 mm2 e indicadores testigo presencia de tensión. Celda conectada y equipada con tres sensores de temperatura TH110 con comunicación Zigbee. Dimensiones 1600x375x940 mm.incluido montaje y conexión, instalada.	Ud.	2	2650	5.300,00	0,0018
5.5	<b>CELDA PROTECCIÓN CGMcosmos-L</b> Celda CGMcosmos-L, función interruptor automático de la gama SM6 de Schneider Electric, 24kV (uso de 8,8kV a 23,3kV) 400A 16kA con interruptor automático y seccionador en SF6 con mando RI motorizado con contactos auxil. (en interruptor automático tipo SF, SPAT y seccionador) y bobina de disparo a 48 Vcc, 3 captadores de intensidad LPCT (de 5A a In), seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar 400A, acometida inferior por cables 3 x 240 mm2 e indicadores testigo presencia de tensión. Equipada con relé Sepam T20 a 48Vcc para detección de fase y homopolar, con tarjeta de contactos MES114 (10E/4S) y comunic. Modbus 2h. RS485. Celda conectada y equipada con tres sensores de temperatura TH110 con comunicación Zigbee. Dimensiones 2050x750x1220 mm incluso montaje y conexión, instalada.	Ud.	2	9500	19.000,00	0,0066
5.6	<b>CONECTOR RECTO SERIE 250 DE 95MM2 PARA TRAF0</b> Conector en T 24 KV -630A serie 250 de 95mm2 para la conexión a bornas enchufables transformador, completo e instalado.	Ud.	6	80	480,00	0,0002
5.7	<b>CONECTOR CABLE AT DE 50 mm2 A CELDA</b> Conector atornillable en T serie 400 Elastimold para cable XLPE 30 KV de 1x50Al mm2 empalmado y colocado.	Ud.	6	110	660,00	0,0002
	<b>PUENTE DE ALTA TENSIÓN CELDA/TRAF0 CABLE 95 MM2 AL</b>					

5.8	Puente de conexión con cables de AT tipo HEPRZ1 12/20Kv de 3(1x95 mm2 Al)+H16 desde celda de MT a transformador de potencia, instalada en bandeja o soportes normalizados, colocado.	m	14	26	364,00	0,0001
5.9	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA 2000 KVA ÉSTER VEGETAL</b> Transformador de potencia de 2000 KVA, Ecodiseño TIER-2, tipo 1600/24-13,2/ 0,65, grupo conexión DYn11, relación 13200-22000/650V +-2,5%+- 5% de interior con aislamiento de éster vegetal (éster vegetal biodegradable, alta resistencia al fuego, refrigerante transformador), llenado integral, bajas pérdidas, bornas enchufables, con protocolo de pruebas, instalado.	Ud.	2	10750	21.500,00	0,0075
5.10	<b>RELLENO FOSO CELDA TRANSFORMADOR CON PIEDRA</b> Relleno de foso con piedra con funciones de cortafuego (al aire) o relleno, i/extensión.	m3	0,72	6	4,32	0,0000
5.11	<b>PUENTE BAJA TENSIÓN TRAF0/ CBTA, RZ1-K(AS) 0,6/1KV 240mm2 AL</b> Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 KV de 1x240 mm2-Al, conexión entre transformador y cuadro protección BT "CBTA", alojado en bandeja, con accesorios, instalado.	m	252	7	1.764,00	0,0006
5.12	<b>TERMINAL BIMETÁLICO PARA CABLE 240 MM2</b> Terminal bimetálico XCX de 240 instalado en cable de aluminio de 240 mm2 con accesorios.	Ud.	100	5,5	550,00	0,0002
5.13	<b>BANDEJA GALVANIZADA DE 300X100</b> Bandeja galvanizada de 300x100 mm, con p/p de piezas de unión, piezas especiales, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 1m.	Ud.	12	13,4	160,80	0,0001
	<b>CUADRO DISTRIBUCIÓN BT 8 SALIDAS 800 V</b>					

5.14	Cuadro BT de distribución , 3P ST, Norma UNE-EN 61139-5, tensión nominal 800V, Intensidad nominal 2000A, dotado de seccionador vertical, 8 salidas/llegadas de líneas de baja tensión procedente de inversores con bases c/c 400A incluso embarrados, fusibles APR 200A, incluso auxiliares y accesorios varios, instalado.	Ud.	2	3750,5	7.501,00	0,0026
5.15	<p><b>CUADRO SERVICIOS AUXILIARES PARQUE SOLAR</b></p> <p>Cuadro metálico para servicios auxiliares parque solar conteniendo  1 seccionador general IV63A con c/c 63A  4 diferenciales 4P-40A-300mA  2 diferencial 2P-40A-300mA superinmunizado  2 diferenciales 2P-40A-30 mA  4 magnetotérmicos 4P-16A;  5magnetotérmico 16A  7 magnetotérmicos 2P-10A  2 contactor 3P-25A  1 reloj astronómico  1 conmutador de tres posiciones  1 base TC 2P-16A  1 Equipo guardamotor GV2 0,5A  2 equipo SAI (fuera del cuadro ) de 2000 VA  Carril, canaleta, cableado libre de halógenos, bornas y pequeño Material. instalado</p>	Ud.	1	2650	2.650,00	0,0009
	<b>CUADRO SERVICIOS AUXILIARES SAI PARQUE SOLAR</b>					

5.16	Cuadro metálico para servicios auxiliares alimentados desde SAI, conteniendo 1 seccionador general 2P-25A 6 diferenciales 2P-40A-30 mA superinmunizados 6 magnetotérmicos 2P-2A 4 relees maniobra 220V-10A - carril, canaleta, repartidor modular, cableado libre de halógenos, bornas y pequeño material	Ud.	2	424	848,00	0,0003
5.17	<b>TRANSFORMADOR POLILUX 10 KVA 660/400-230V</b> Transformador Polilux 10 KVA 660/400-230V para servicios auxiliares, incluso línea de alimentación cable RZ1-K(AS) 0,6/1kV de 5x16mm2 bajo tubo o bandeja protectora. instalado y en servicio	Ud.	1	690	690,00	0,0002
5.18	<b>INSTALACIÓN DE ALUMBRADO CT</b> Instalación de alumbrado general y de emergencia CT formado por 1 pantalla lineal led 55W, completa, 1 equipo emergencia 300 Lm, 1 interruptor de mando en caja estanca de superficie y canalizaciones con cables RZ1-K(AS) 0,6/1 KV 3*1,5 mm2 hasta equipos.	Ud.	1	253	253,00	0,0001
5.19	<b>ELEMENTOS PROTECCIÓN Y SEGURIDAD CT</b> Elementos de protección y seguridad en el CT formados por: Banqueta aislante 40 KV, placa primeros auxilios, pértiga detectora tensión, Placas de peligro de muerte, y accesorios, instalados.	Ud.	1	1565	1.565,00	0,0005
5.20	<b>EXTRACTOR DE AIRE S&amp;P HXTR/4-450</b> Extractor de aire mural S&P modelo HXTR/4-450 de 550 W,caudal 4500 m3/h, instalado en hueco de fachada caseta, incluido cableado, accesorios, completo e instalado.	Ud.	2	198	396,00	0,0001
	<b>TERMOSTATO AMBIENTE CASETA CT</b>					



5.21	Termostato ambiente para control de temperatura de la caseta de CT (zona transformador) regulación manual, i/p.p. de cableado, cajas de registro y conexionado de cables.	Ud.	1	48,5	48,50	0,0000
5.22	<b>CAJA SECCIONAMIENTO PUESTA A TIERRA SCT-50</b> Caja de seccionamiento de puesta a tierra cable hasta 50 mm2 tipo CST-50 de Uriarte o similar, completamente instalada.	Ud.	1	48,5	48,50	0,0000
5.23	<b>CONJUNTO DE VIGILANCIA DE AISLAMIENTO</b> Conjunto para vigilancia de aislamiento de la parte de baja tensión en corriente alterna, compuesto por Monitor de aislamiento permanente con función de alarma, tipo Vigilohm, o similar. Limitador de tensión para protección de sobretensiones tipo Cardew C o similar. Resistencia limitadora tipo impedancia Zx o similar. Totalmente instalado.	Ud.	2	7500	15.000,00	0,0052
6	<b>RED DE MEDIA TENSIÓN</b>				3.610,00	0,0013
6.1	<b>CABLES XLPE RH5Z1 12/20 KV DE 1x35mm2-AI EN CANALIZ. SUBT</b> Cable de MT en línea subterránea 20 KV, del tipo XLPE RH5Z1 Clase 2 Norma UNE- 21.022 de 1x35 mm2 AI bajo tubo de TPC, con accesorios, instalado, pruebas y en funcionamiento.	m	150	7,4	1.110,00	0,0004
6.2	<b>UD VERIFICACIONES Y ENSAYOS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS AT</b> Realización de verificaciones y ensayos en la red de alta/baja tensión subterránea de acuerdo con el protocolo señalado en la MT-2.33.15 apartados 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, y posterior confección de manual técnico de resultados para entrega al Director de la Obra.	Ud.	1	2500	2.500,00	0,0009
7	<b>RED DE BAJA TENSIÓN AC Y RED TT FV</b>				81.881,84	0,0285
7.1	<b>CABLE XZ1(S) 0,6/1KV DE 1X400 mm2 - AI</b> Cable XZ1(S) 0,6/1KV de 1x400 mm2-AI emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	2519	9,5	23.930,50	0,0083
	<b>CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 5x16 mm2 -Cu (SSAA)</b>					

7.2	Cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 5x16 mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	7	10,5	73,50	0,0000
7.3	<b>CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1KV de 3G6mm<sup>2</sup>x1,5 mm<sup>2</sup> Cu (Casetas)</b> Cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 3G6mm <sup>2</sup> +1,5 mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	2350	2,56	6.016,00	0,0021
7.4	<b>CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 3x6mm<sup>2</sup> -Cu (Alumbrado)</b> Cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 3x6mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	2650	4,4	11.660,00	0,0041
7.5	<b>CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 4x6mm<sup>2</sup> -Cu (CT-CRC)</b> Cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 4x6mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	310	5,2	1.612,00	0,0006
7.6	<b>CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 4x1,5 mm<sup>2</sup> - Cu (Extractores)</b> Cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 4x1,5 mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	450	3,3	1.485,00	0,0005
7.7	<b>CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 3x1,5mm<sup>2</sup> -Cu</b> cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 3x1,5 mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	15	3,2	48,00	0,0000
7.8	<b>CABLE RZ1-K (AS) 0,6/1KV de 3x2,5mm<sup>2</sup> -Cu</b> Cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 3x2,5 mm <sup>2</sup> -Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	15	3,4	51,00	0,0000
7.9	<b>CABLE FO 08*50 NEXO (DT) OM3</b> Cable de fibras ópticas, tubo central con gel, fibras e vidrio reforzadas WB, hilo desgarrador, cubierta exterior, libre de halógenos y no propagador de la llama; de la casa OPTRAL cable FO 08*50 DSP01 o similar, incluido adaptadores, empalmes, latiguillos. Instalada.	m	260	1,6	416,00	0,0001
7.10	<b>CABLE PARA RED DE TIERRA XZ1 0,6/1KV DE 1X35 Cu</b> Cable XZ1 0,6/1Kv de 1x50 mm <sup>2</sup> -Al emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.	m	250	3,2	800,00	0,0003
	<b>CABLE DE COBRE DESNUDO DE 35 MM<sup>2</sup> CU SIST T.TIERRA</b>					

7.11	Cable de cobre desnudo sección 35mm <sup>2</sup> Cu, en contacto con el terreno o sistema metálico, para unión de picas de toma de tierra, y estructuras metálicas, incluso grapas y accesorios.	m	160	2,2	352,00	0,0001
7.12	<b>PICA ACERO/COBRE DE 2M-DN 14-</b> Realización de puesta a tierra formada por pica DN 14-2m, unida a cable de cobre por medio de grapa o soldadura KLK, protegido mecánicamente, instalada.	Ud.	1400	12,5	17.500,00	0,0061
7.13	<b>COLUMNA METÁLICA DE 10 METROS DE ALTURA 4 MM ESPESOR CON BRAZO</b> Columna para adosar a suelo de chapa de acero galvanizada termoesmaltado en color RAL-9006, altura 10 m, diámetro inferior 168 mm, con manguito en punta para adaptación de luminarias o brazo, con brazo DN60-0,5m; con puerta de registro y base con pernos para anclaje, equipada con caja+c/cde 2/ I-10A seccionables y toma de tierra, completa e instalada.	Ud.	10	860	8.600,00	0,0030
7.14	<b>PALOMILLA SOPORTE 2 PROYECTORES COLOCADA EN POSTE</b> Palomilla galvanizada y pintada para soporte de dos proyectores, con herrajes y tornillería para sujetarse en poste, completa e instalada.	Ud.	10	150	1.500,00	0,0005
7.15	<b>PROYECTOR PARA EXTERIOR LED 200W</b> Luminaria proyector led fabricada en aluminio y policarbonato, estanqueidad IP-67, 50.000 horas de uso, flujo luminoso 20.000 Lm; potencia luminaria 200W, Código CIE Flux:75 93 99 99 100, con elementos de anclaje a palomilla metálica, completa e Instalada.	Ud.	25	217	5.425,00	0,0019
7.16	<b>INSTALACION CCTV VIGILANCIA CON CAMARAS Y GRABADOR</b> Instalación de CCTV compuesta por 4 cámaras IP, fibra óptica de conexión y vídeo grabador.	Ud.	1	2412,84	2.412,84	0,0008
8	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS</b>				9.553,00	0,0033
	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD</b>					

8.1	Medidas de Seguridad y Salud según Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto (vallados, cintas, placas protección, etc).	Ud.	1	9553	9.553,00	0,0033
9	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>				7.596,00	0,0026
9.1	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b> Gestión de los residuos de construcción y demolición según estudio incorporado al proyecto, incluidos justificantes de entrega a gestor y resto de documentación requerida por la legislación vigente.	Ud.	1	7596	7.596,00	0,0026

<b>1 OBRA CIVIL</b>	<b>116.961,81</b>
<b>2 MÓDULOS FV Y ESTRUCTURA</b>	<b>855.216,56</b>
<b>3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DC</b>	<b>26.851,50</b>
<b>4 INVERSORES</b>	<b>146.822,00</b>
<b>5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 2000 KVA</b>	<b>87.698,12</b>
<b>6 RED DE MEDIA TENSIÓN</b>	<b>3.610,00</b>
<b>7 RED DE BAJA TENSIÓN AC Y RED TT FV</b>	<b>81.881,84</b>
<b>8 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS</b>	<b>9.553,00</b>
<b>9 GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>	<b>7.596,00</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.336.190,83</b>



## ANEXO VIII – GESTIÓN DE RESIDUOS

### PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO ALBA DE TORMES DE 2,475 MW INSTALADOS

<b>Cliente</b>	Energía Eólica Gavia S.L.
<b>Alcance</b>	Servicios de ingeniería
<b>Ubicación</b>	Alba de Tormes, Salamanca (España)
<b>Fecha</b>	13/07/2022
<b>Revisión</b>	0

# ÍNDICE

---

1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE	3
2. DEFINICIONES	4
3. FICHA TÉCNICA DE LA OBRA	7
4. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	8
1. Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04	8
2. RCD	8
3. Otros residuos:	8
5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	9
6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS	12
7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	14
8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR	16
1. Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	16
2. Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación	16
3. Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)	17
4. Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra	17
5. Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros	17
9. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO	21

## 1. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

---

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, considerando básicamente las fracciones:
  - Hormigón.
  - Ladrillos, tejas, cerámicos.
  - Metal
  - Madera
  - Vidrio
  - Plástico
  - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

## 2. DEFINICIONES

---

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesamiento de alimentos.

Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo de la Ley 22/2011, de 28 de julio, se genere en una obra de construcción o demolición.

Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a



contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en:

1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:

- Plantas de machaqueo,
- Plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
- Plantas de prefabricados de hormigón,
- Plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
- Talleres de fabricación de encofrados,
- Talleres de elaboración de ferralla,
- Almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
- Plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.

Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.

Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.

Productor de residuos de construcción y demolición:

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.

Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.

Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida

diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

Almacenamiento: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.

Vertedero: instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.

Suelo contaminado: todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

### 3. FICHA TÉCNICA DE LA OBRA

---

Las características generales de la obra para el proyecto de la Planta de Hibridación Fotovoltaica Alba de Tormes, son los siguientes:

- Localización: Término Municipal de Alba de Tormes, Salamanca, España.
- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una planta solar fotovoltaica.
- Existencia o no de demolición: No.
- Superficie de la obra: La superficie de actuación es de aproximadamente 3,88 ha

## 4. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

---

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:

1. Tierras limpias y materiales pétreos. 17.05.04

Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

2. RCD

RCD de naturaleza pétreo:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

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.

3. Otros residuos:

- Residuos peligrosos:
  - o 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
  - o 15.01.11 Aerosoles
  - o 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.

## 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

---

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1. Adquisición de materiales
2. Comienzo de la obra
3. Puesta en obra
4. Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

1. Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
  - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
  - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
  - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
  - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
  - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.
2. Medidas de minimización en el comienzo de las obras
  - Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
  - Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
  - El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo
3. Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
  - En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
  - Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
  - En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
  - Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
  - Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
  - Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
  - Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
  - Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
  - En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.
4. Medidas de minimización del almacenamiento en obra
- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
  - Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
  - Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
  - Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.

- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

## 6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositará en el lugar destinado a tal fin, según se vaya generando.

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
17 01 01	Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
17 09 04	Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética
17 02 03	Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
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 11	Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

## 7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

---

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior. Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.
- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.

- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

## 8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

---

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos. Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

### 1. Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

### 2. Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar casi movimientos de tierras para la explanación. Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 1 m de profundidad y 0,60 m de ancho para dos circuitos y 1,1 para tres circuitos. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la

profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y del centro de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido. Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

3. Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Los centros de transformación se cimentarán sobre losa de aproximadamente 10 x 25 m<sup>2</sup> m en planta. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de 0,15 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

4. Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

5. Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

**Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno**

02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del proyecto.

**Tierras y pétreos procedentes de demolición**Naturaleza pétreo 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas

No existen edificaciones a demoler en las parcelas.

**Tierras y pétreos procedentes de excavación.**17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias

Cimentaciones:

Cimentaciones	M3
CT tipo 1	80
CT tipo 2	80
Cámaras de seguridad	2
Anemómetros	0,6
Poste vallado	10,6

Zanjas existentes en la implantación:

**Tabla 2. Estimación residuos procedente excavación de zanjas y cunetas**

Zanjas	M3
Excavación	1830,47

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 10% va al vertedero (90% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m<sup>3</sup>:

**Tabla 3. Estimación residuos procedente excavación**

	M3	Tn
17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	153,01	240,58

**RCD resultantes de la ejecución de la obra.**RCD de naturalezapétreo 17 01 01Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

**Tabla 4. Estimación residuos hormigón cimentaciones**

Cimentaciones	M3
CT tipo 1	5,1
CT tipo 2	5,1
Cámaras de seguridad	0,2

Cimentaciones	M3
Anemómetros	0,1
Poste vallado	3,97

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2400 kg/m<sup>3</sup>. Considerando que se produce un residuo del 1%:

**Tabla 5. Estimación residuos hormigón cimentaciones total**

	M3	Tn
17 01 01 Hormigón	0,2	22,6

17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos. RCD de naturaleza no pétreo

17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

**17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas**

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

**Otros residuos:**

**20 01 01 Papel y cartón**

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

**20 01 39 Plásticos**

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos

- Absorbentes contaminados o Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la planta, son los siguientes:

		M3	Tn
Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	Partida Civil	Partida Civil
Tierras y pétreos procedentes de excavación.	17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos	153,01	240,58
RCD de naturaleza pétreo	17 01 01 Hormigón	0,2	22,6



## 9. PRESCRIPCIONES A INCLUIR EN EL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

---

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.

**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:
  - o Hormigón: 80 t
  - o Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
  - o Metal: 2 t
  - o Madera: 1 t
  - o Vidrio: 1 t
  - o Plástico: 0,5 t
  - o Papel y cartón: 0,5 t

Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.

Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.

El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

**En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:**

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.

Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación

**Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:**

Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 29 de la Ley 22/2011, de 28 de julio. 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 (Real Decreto 656/2017):

Definir una zona específica.

No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).

- ¿Dónde situarlo?
  - o En el exterior bajo cubierta,
  - o Dentro de la nave,
  - o en intemperie en envases herméticamente cerrados
- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
  - o Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
  - o Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
  - o Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
  - o 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 residuo 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 el anexo III de la Ley 22/2011, de 28 de julio, 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 o 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 22/2011 de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

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 22/2011, de 28 de julio.
- 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, 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).

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)

Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

FASE	Documentación	Legislación
<b>Inicio de obra</b>	Plan de Gestión de Residuos	
	Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA)	Ley 22/2011 (art.29)
<b>Fase de obra</b>	Datos Gestor de Residuos Peligrosos	
	Datos transportista de Residuos Peligrosos	
	Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos	RD 833/1988 (art. 17)
	Documentos de Aceptación*	
	Documentos de Control y Seguimiento*	RD 833/1988 (art. 16)
	Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra	Ley 22/2011 (art.25)
	Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid)	Orden 2029/2000

\*Se deben guardar durante cinco años.