



---

# ANTEPROYECTO

## PARQUE FOTOVOLTAICO

### EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel)

---



*En Zaragoza, septiembre de 2020*



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
Índice general



**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
- DOCUMENTO Nº2: ANEJOS
- DOCUMENTO Nº3: PLANOS
- DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO ESTIMADO



---

# ANTEPROYECTO

## PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

### DOCUMENTO 1: MEMORIA

Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel)

---



*En Zaragoza, septiembre de 2020*

## ÍNDICE

TABLA RESUMEN .....	4
1 ANTECEDENTES.....	5
2 OBJETO Y ALCANCE .....	6
3 DATOS DEL PROMOTOR.....	7
4 NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	8
4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	8
4.2 OBRA CIVIL.....	9
4.3 SEGURIDAD Y SALUD.....	9
4.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	11
4.5 EQUIPOS.....	11
5 CONEXIÓN A LA RED.....	13
6 UBICACIÓN.....	14
7 PARQUE FOTOVOLTAICO .....	16
7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....	16
7.2 CRITERIOS DE DISEÑO .....	16
7.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....	17
7.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	18
7.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	18
7.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE .....	19
7.4.3 CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN.....	20
7.4.4 POWER STATION.....	21
7.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	24
7.4.6 SERVIDOR WEB.....	25
7.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA .....	26
7.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO.....	26
7.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS .....	27
7.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA.....	33
7.5.4 PUESTA A TIERRA.....	33
7.6 OBRA CIVIL.....	34
7.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL.....	35
7.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	35
7.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO .....	36
7.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES.....	38
7.6.5 CIMENTACIÓN DE POWER STATIONS.....	39
7.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO.....	39
7.6.7 ARQUETAS.....	40
7.6.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN.....	41
7.7 INSTALACIONES AUXILIARES.....	41
7.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA .....	41



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
01. Memoria



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

7.7.2 VALLADO PERIMETRAL ..... 41

7.7.3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA..... 42

7.7.4 EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO ..... 42

7.7.5 ESTACIÓN METEOROLÓGICA..... 42

8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS..... 43

9 FASES DEL PROYECTO ..... 44

9.1 ESTUDIO DEL PROYECTO ..... 44

9.2 CONSTRUCCIÓN..... 44

9.3 FUNCIONAMIENTO ..... 44

9.4 DESMANTELAMIENTO ..... 44

10 PLANIFICACIÓN ..... 46

11 CONCLUSIÓN..... 47

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAAAEJZSRLL verificable en <http://coiilar.e-visado.net>

## TABLA RESUMEN

Tabla 1: Resumen PFV

PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE	
<b>Datos generales</b>	
Promotor	PLANTA SOLAR OPDE 10 SL CIF B71338149
Términos municipales del PFV	La Puebla de Híjar (Teruel)
Potencia nominal	38,5 MW
Potencia instalada	50 MWp
Superficie de paneles instalada	241.462 m <sup>2</sup>
Superficie poligonal del PFV	205,72 ha
Superficie vallada del PFV	143,02 ha
Perímetro del vallado del PFV	10,95 km
Ratio ha/MWp	2,86
<b>Radiación</b>	
Índice de radiación MEDIO DIARIO del PFV	4,62 kWh/m <sup>2</sup> /día
Índice de radiación ANUAL de la planta en ( <i>dato medio diario x 365 días</i> )	1.687 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Producción energía</b>	
Estimación de la energía eléctrica producida anual	98.193 MWh/año
Producción específica	1.964 kWh/kWp/año
Horas solares equivalentes	2.551 kWh/kW/año
Performance ratio	84,76 %
<b>Datos técnicos</b>	
Número de módulos 450 Wp	111.090
Seguidor solar 1 eje para 90 módulos (3Hx30)	1.233
Seguidor solar 1 eje para 60 módulos (3Hx20)	2
Cajas de Seguridad y Protección (CSP)	176
Inversor 2.500 kV	16
Power Station 5.000 kW (Inversor + CT)	7
Power Station 2.500 kW (Inversor + CT)	2

## 1 ANTECEDENTES

La sociedad PLANTA SOLAR OPDE 10 SL es la promotora del PARQUE FOTOVOLTAICO (PFV) EL BONETE de 38,5 MW / 50 MWp en el Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel).

Por resolución de 6 de marzo de 2019, el Gobierno de Aragón confirmó que la garantía económica depositada por la sociedad anteriormente mencionada cumplía los requisitos establecidos en el artículo 59 bis del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para tramitar la solicitud de acceso a la Red de Transporte de instalaciones de producción.

La sociedad anteriormente mencionada solicitó a través del Interlocutor único de nudo y mediante solicitud coordinada, acceso a la Red de Transporte para el PFV EL BONETE de 38,5 MW / 50 MWp en la Subestación (SET) ESCATRÓN 400 kV, obteniendo acceso favorable en dicho punto por parte de Red Eléctrica España (REE) con fecha 19 de agosto de 2019.

El PFV EL BONETE ha obtenido Informe de Cumplimiento de Condiciones Técnicas para la Conexión (ICCTC) con fecha 3 de julio de 2020 e Informe de Verificación de las Condiciones Técnicas para la Conexión (IVCTC) con fecha 6 de julio de 2020 por parte de REE otorgando el permiso de conexión.

## 2 OBJETO Y ALCANCE

El presente anteproyecto se redacta con objeto de describir la obra civil y las instalaciones eléctricas y de evacuación del Parque Fotovoltaico EL BONETE de 38,5 MW / 50 MWp ubicado en el Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel), para tramitar todos los permisos y autorizaciones legalmente necesarios para obtener la Autorización Administrativa Previa.

En la parte de obra civil se incluye el acondicionamiento del terreno, el hincado de los seguidores, zanjas eléctricas de baja y media tensión (BT y MT), las cimentaciones de los centros de transformación, los viales del parque fotovoltaico y las instalaciones auxiliares.

En la parte de infraestructura eléctrica se realizará el dimensionado del generador fotovoltaico, así como de los conductores de corriente continua que conectan los módulos fotovoltaicos con las cajas de seccionamiento y protección y llegan hasta los inversores.

Además también se dimensionarán los conductores de corriente alterna que componen la red subterránea de media tensión. Dicha red transportará la energía generada desde los Centros de Transformación del PFV hasta la SET LA ABADÍA 132/30 kV. Esta subestación es objeto de otro proyecto.





PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
01. Memoria



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

### 3 DATOS DEL PROMOTOR

- Titular: PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.
- CIF: B71338149
- Domicilio a efectos de notificaciones: C/ Cardenal Marcelo Spinola, 42, Torre Spinola, Planta 5, CP 28.016 Madrid
- Teléfono: 914 559 996

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAAAEJZRLL verificable en <http://coiilar.e-visado.net>

## 4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

### 4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19.03.08)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18.09.07)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14))
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14)
- Real Decreto 1066/2001, del 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (BOE 29.09.01)
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE 27.12.00)
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE 27.12.13)
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. (BOE 28.11.97)
- Normas Técnicas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

## 4.2 OBRA CIVIL

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción de hormigón estructural, Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

## 4.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real

Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

- 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 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.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### 4.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-RAT 02 del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. (BOE 09.06.14)
- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT 02 del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19.03.08)
- Serán de obligado cumplimiento las normas de referencia detalladas en la ITC-BT 02 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14)).

#### 4.5 EQUIPOS

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.
- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/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, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
- La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
01. Memoria



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO NA.: VD03012-20A  
DE FECHA.: 05/10/2020  
**E-VISADO**

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

**EN PROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## 5 CONEXIÓN A LA RED

El Parque Fotovoltaico EL BONETE de 38,5 MW / 50 MWp ha obtenido acceso coordinado a la Red de Transporte en la Subestación ESCATRÓN 400 kV propiedad de Red Eléctrica de España.

La evacuación de la energía generada por el parque se realizará de manera conjunta con el resto de instalaciones de otros Promotores que también han obtenido acceso al mismo nudo, compartiendo para ello una serie de infraestructuras eléctricas (líneas y subestaciones).

En este caso, el PFV EL BONETE evacuará su energía mediante una Red Subterránea de Media Tensión (RSMT de 30 kV) hasta la SET LA ABADÍA 132/30 kV, subestación compartida con el PFV LA ABADÍA. Desde esta subestación y mediante una Línea Aérea a 132 kV se llegará hasta el apoyo 1 de la Línea Aérea SET ELAWAN – SET PROMOTORES, por la que se continuará hasta la SET PROMOTORES 400/132 kV. Mediante una Línea Aérea a 400 kV se llegará a barras de la SET ESCATRÓN 400 kV, propiedad de Red Eléctrica de España.

Todas las infraestructuras de evacuación compartidas son objeto de otros proyectos.

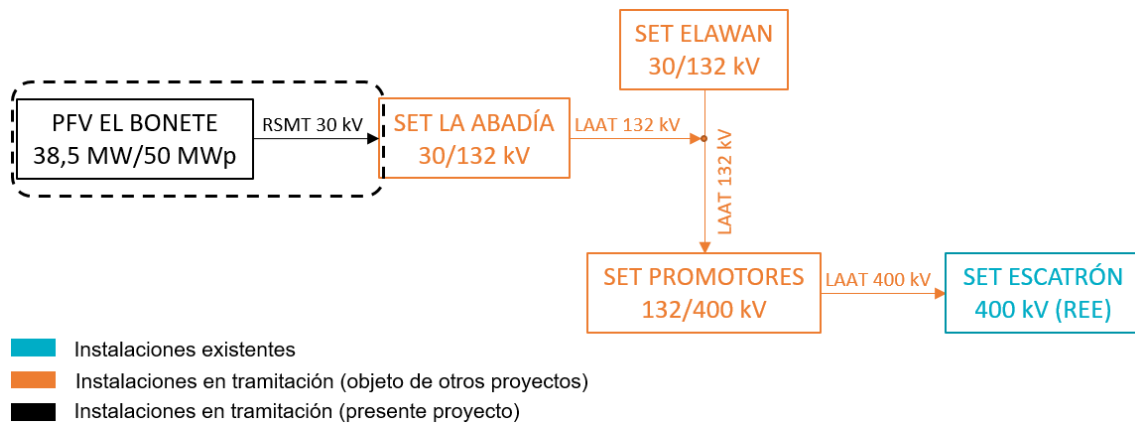


Ilustración 1: Infraestructuras de evacuación

## 6 UBICACIÓN

El PFV EL BONETE está ubicado a unos 290 metros sobre el nivel del mar en el Término Municipal de La Puebla de Híjar, en la provincia de Teruel.

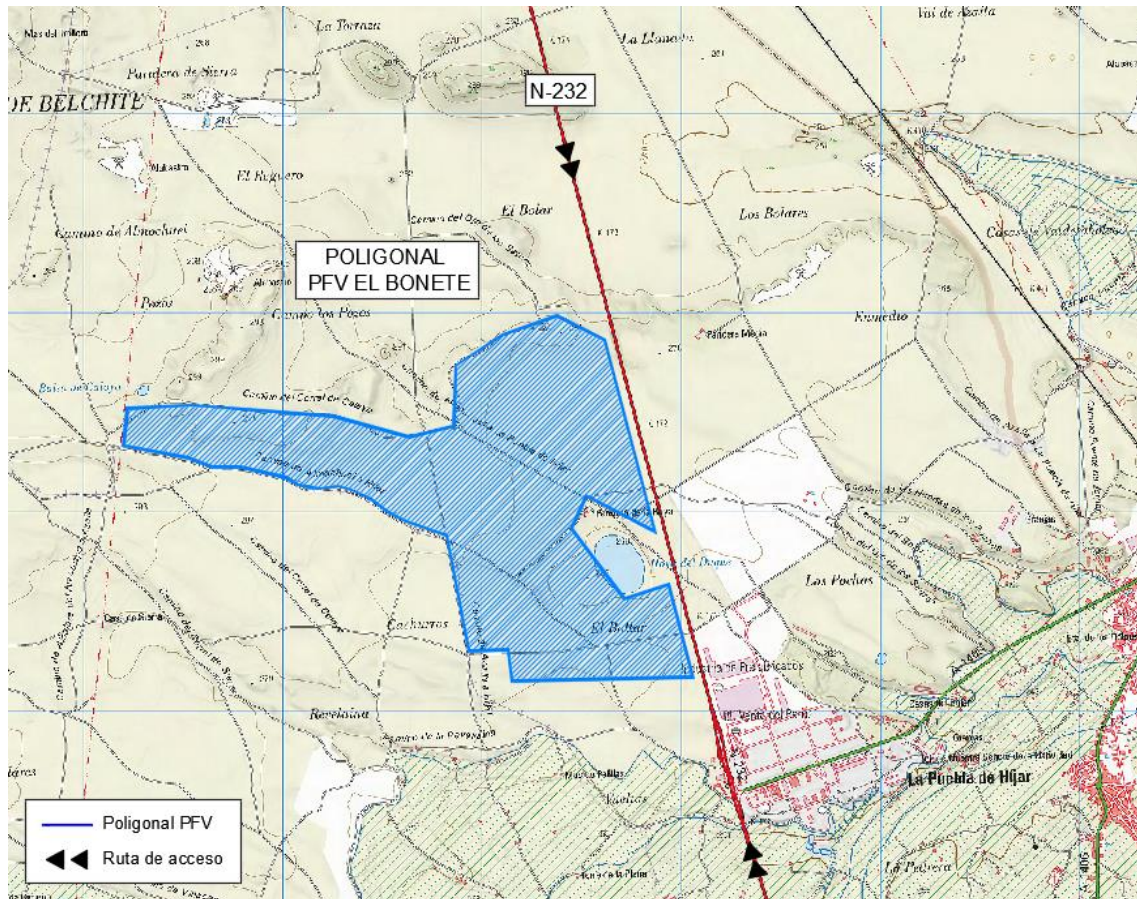


Ilustración 2: Ubicación del PFV

Las fincas destinadas para la implantación del PFV se encuentran detalladas en el documento Anejos y en el documento Planos. En la siguiente tabla se recogen las dimensiones generales del parque:

Tabla 2: Dimensiones PFV

Dimensiones PFV	
Superficie poligonal del PFV	205,72 ha
Superficie vallado PFV	143,02 ha
Longitud del vallado del PFV	10,95 km

Las coordenadas geográficas ETRS89 UTM 30N de lugar se encuentran disponibles en el documento Anejos.



En cuanto a la ubicación elegida, los siguientes factores determinan la idoneidad del emplazamiento:

- Recurso solar: la provincia presenta unas condiciones de irradiación solar favorables, presentándose valores de radiación relativamente altos. Esto puede verse en la Ilustración 3 donde se muestra la radiación global media para la región peninsular de España.

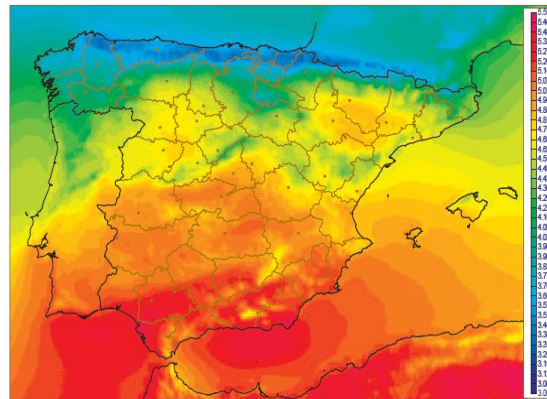


Ilustración 3: Radiación Global media en España [1983-2005] (kWh/m<sup>2</sup>-día) SIS (CM-SAF).

- Emplazamiento en Suelo Rústico: las instalaciones fotovoltaicas exigen una ocupación de terreno relativamente extensiva por unidad de potencia eléctrica instalada, por lo que es económicamente inviable su instalación en suelo industrial, su único emplazamiento posible es en suelo rústico de bajo valor económico.
- Idoneidad del terreno escogido: es tierra de labor o labradío seco, improductivo o pasto. No existe ningún tipo de protección sobre el mismo ni presenta valores medioambientales de interés.

## 7 PARQUE FOTOVOLTAICO

### 7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las infraestructuras del sistema fotovoltaico de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales: un generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante módulos fotovoltaicos, y una parte de transformación de esta energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su inyección a la red.

El conjunto está formado por 111.090 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 450 Wp, 1.233 seguidores fotovoltaicos a un eje de 3Hx30 y 2 de 3Hx20 con pitch de entre 7,5 y 12 metros, 176 cajas de seccionamiento y protección (CSP), 7 Power Station (PS) de 5 MVA y 2 PS de 2,5 MVA, conectadas en tres circuitos eléctricos hasta la SET LA ABADÍA 132/30 kV mediante una red subterránea a 30 kV.

### 7.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto eléctrico del parque fotovoltaico se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones.

1. La distancia entre módulos (pitch):

Se ha optimizado en función de:

- Maximizar la producción de energía.
- Minimizar las pérdidas por sombras entre los seguidores.
- Superficie de terreno disponible.

Se determina un pitch de entre 7,5 y 12 metros.

2. El número de módulos en serie de las ramas:

Este número está limitado por los siguientes valores:

- Voc: La tensión de circuito abierto a la temperatura máxima de la celda debe de estar por debajo de la máxima tensión admisible del inversor.
- Vmpp:
  - o La tensión a la máxima potencia a la temperatura mínima de la celda debe de estar por debajo del límite superior de tensión a máxima potencia del inversor.
  - o La tensión para la máxima potencia a la temperatura máxima de la celda debe ser mayor que la tensión mínima para la potencia nominal del inversor.

En este caso, se ha seleccionado 30 módulos en serie por rama.

3. El número de ramas que entran a la CSP será menor que el número máximo de entradas que ésta permite:

Se utilizan CSPs con 16, 24 y 32 entradas.

4. El número de CSP que entran al inversor será menor que el número máximo de entradas que éste permite:

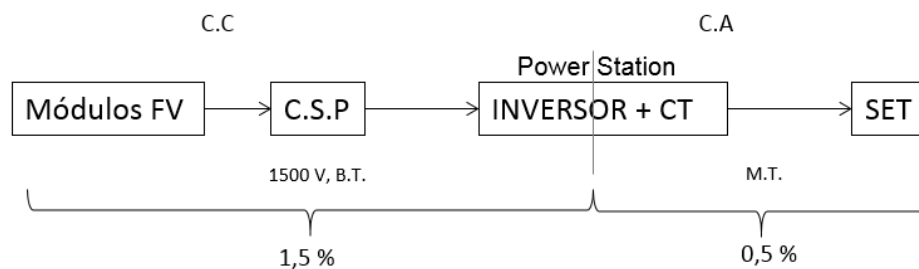
El número máximo de entradas que admiten los inversores es de 24.

5. La óptima ubicación de las Power Stations:

Se han tenido en cuenta los criterios de:

- Sombras: Para evitar provocar sombras en los módulos, se han ubicado al norte de los mismos. Cuando haya alguno ubicado al sur, se ha dejado siempre la separación del camino para evitar la sombra.
- Pérdidas eléctricas: Con objeto de reducir las pérdidas en BT, se busca la mínima distancia posible de cable entre los inversores y los módulos. Así, los inversores están colocados aproximadamente en el centro de los bloques.
- Zanjas y cableado: A fin de evitar costes elevados y labor de construcción, se busca la minimización de las longitudes de zanja y cableado eléctrico.

6. Pérdidas eléctricas:



- En BT continua entre las ramas y los inversores:
  - o Caída tensión < 1,5 %
- En MT entre los inversores y la Subestación:
  - o Caída tensión < 0,5 % (criterio establecido por el promotor)
  - o Pérdidas potencia < 0,5 % de la potencia total instalada

### 7.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La simulación energética se ha realizado mediante el programa PVSYST. La metodología y los resultados completos del estudio de producción de energía se muestran en el Documento Anejos.

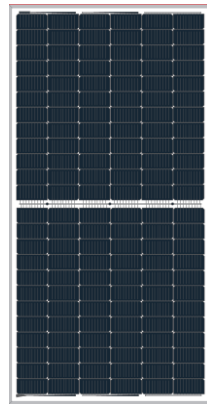
## 7.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

En este apartado se van a describir en detalle los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica de generación: los módulos fotovoltaicos, los seguidores de un eje, las cajas de seccionamiento y protección, los inversores, los centros de transformación y el resto de infraestructura necesaria.

### 7.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para el presente estudio se consideran módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 450 Wp de la marca LONGi SOLAR modelo Hi-MO 4m LR4-72HPH 425 – 455 Watt cuyas características técnicas se muestran en la Tabla 3 y en el documento Anejos. Datos proporcionados para condiciones estándar (STC): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM1,5.

Tabla 3: Características del módulo fotovoltaico. Fuente: LONGi

LONGi SOLAR modelo Hi-MO 4m LR4-72HPH 425 – 455 Watt				
Pmax	450	W	Vmpp ( 0°C)	44,51 V
Vmpp	41,5	V	Vmpp (70 °C)	36,63 V
Impp	10,85	A	Voc ( 0 °C)	52,84 V
Voc	49,3	V	Voc (70°C)	43,49 V
Isc	11,60	A	Isc (70 °C)	11,91 A
Eficiencia	20,7	%		
V max sistema	1500	V <sub>DC</sub>		
Coeficiente de T para Pmpp	-0,350	%/°K		
Coeficiente de T para Voc	-0,270	%/°K		
Coeficiente de T para Isc	0,048	%/°K		
Largo	2094	mm		
Ancho	1038	mm		
Alto	35	mm		
Área	2,174	m <sup>2</sup>		
Tamaño de conductor	12 / 4	AWG /mm <sup>2</sup>		
Peso del módulo	23,5	kg		

El módulo cuenta con diodos by-pass para evitar problemas por sombreado parcial. Se colocan paralelo con las células fotovoltaicas para forzar a la corriente a circular por el diodo en caso de célula sombreada, por lo que se minimiza el recalentamiento del módulo y la pérdida de corriente de la matriz.

Como se muestra en la Ilustración 4, el fabricante de módulos fotovoltaicos asegura una vida útil de 25 años con una eficiencia de al menos el 80,7 % de su potencia nominal, y una dependencia lineal de la eficiencia con el tiempo.

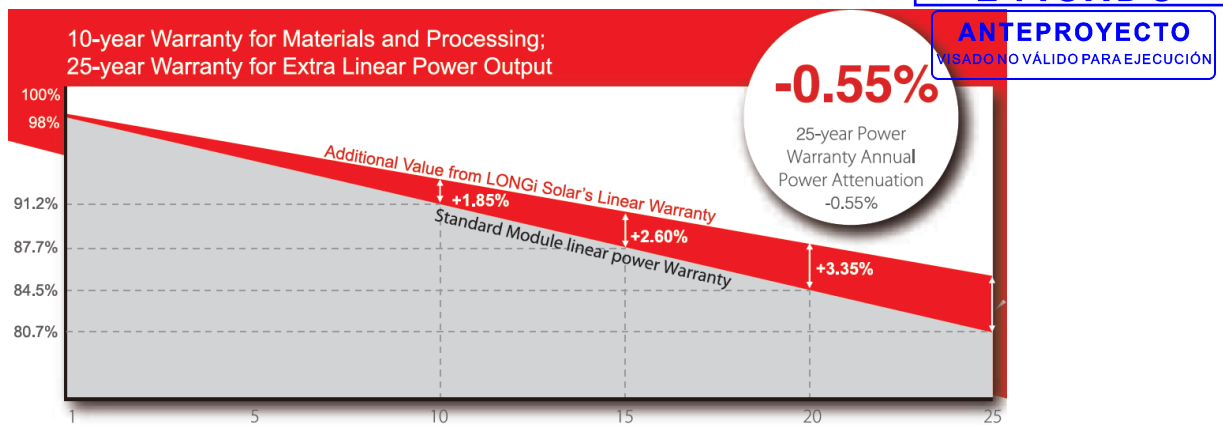


Ilustración 4. Rendimiento y vida útil del módulo fotovoltaico. Fuente: LONGi

#### 7.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE

Para el máximo aprovechamiento de la radiación solar, y por tanto para la obtención del mayor rendimiento posible de la instalación, los módulos fotovoltaicos se montarán en estructuras mecánicas de acero que contarán con un sistema de seguimiento solar Este-Oeste mediante un eje Norte-Sur horizontal para seguir el movimiento diario del sol.

La distribución de los seguidores se diseña de forma que el pitch (la distancia entre los ejes de dos filas paralelas de seguidores fotovoltaicos) permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la construcción de viales de paso.

Para el presente proyecto se propone utilizar el modelo MONOLINE de PVH o similar, con dos tipos de configuraciones: de 90 (3Hx30) módulos por seguidor y de 60 (3Hx20) módulos por seguidor, con un pitch variable en función de la orografía del terreno.

En las zonas en que se supere la pendiente máxima aceptada por el seguidor, se podrá realizar movimiento de tierras para adecuar el terreno a la pendiente permitida.

El control de la orientación de los módulos (rango +/- 60°) se realiza mediante una tarjeta electrónica con microprocesador y algoritmo con cálculos astronómicos con backtracking. Este control permite modificar la orientación de los módulos en caso de viento excesivo u horas de baja iluminación. El sistema de control de los seguidores es a través de Ethernet con transmisión inalámbrica Zigbee.

El seguidor cuenta con un sistema de almacenamiento de energía para el funcionamiento durante horas de baja producción fotovoltaica. La alimentación del sistema motriz se realizará por medio de placa fotovoltaica dedicada instalada en el mismo seguidor.

El seguidor permite cimentaciones de varios tipos como por hincado directo, pre-drilling + hincado, micropilote, pre-drilling + compactado + hincado que lo hacen apto para gran tipo de terrenos. El equipo contará con sensor de inclinación.

### 7.4.3 CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

Para agrupar todos los circuitos de las ramas se han instalado adosadas a la estructura del seguidor las Cajas de Seccionamiento y Protección (CSP). Su función es adecuar el número de salidas de las ramas al número de entradas de los inversores y optimizar las secciones del cableado en la parte de corriente continua.

El número de CSP conectadas al inversor utilizado dependerá del máximo voltaje e intensidad de entrada admisibles por el mismo. El número máximo de ramas conectadas a cada CSP viene dado por el número de entradas del modelo utilizado, 16, 24 o 32, pudiéndose conectar menos ramas en algunas CSP en caso de que fuese necesario para poder adaptar la potencia requerida por el PFV.

Para la protección de cada una de las ramas de módulos fotovoltaicos se instalan fusibles de tipo gPV de 16 A / 1500V. Las cajas deben ser de tipo IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y al polvo que producen una progresiva degradación en los circuitos.

Para el parque proyectado se propone el modelo STRING-COMBINER de la marca SMA (ver Tabla 4). Toda la información se encuentra disponible en el documento Anejos.

Tabla 4: Especificaciones técnicas de la caja de seccionamiento y protección

Modelo: String combiner SMA		
Entrada	Voltaje de entrada nominal	< 1.500 V DC
	Corriente de entrada nominal por entrada	13,75 A
	Número de entradas	16, 24, 32
Salida	Voltaje de salida nominal	<1.500 V DC
	Máxima corriente de salida	330 A
	Número de salidas	1/2
	Diámetro de cable de salida	De 70 a 400 mm <sup>2</sup>

#### 7.4.4 POWER STATION

La solución propuesta es la estación Gamesa E-PV Station 5 MVA/2,5 MVA (integrada en un único contenedor metálico de 40 o 20 pies, respectivamente). Es una solución Plug & Play que funciona con voltajes de hasta 1.500 V DC y contiene todo el equipamiento necesario (ya pre-cableado de fábrica) para la transformación de la energía generada. Este contenedor está compuesto por 3 zonas diferenciadas: inversor, transformador y aparamenta eléctrica (ver Ilustración 5).

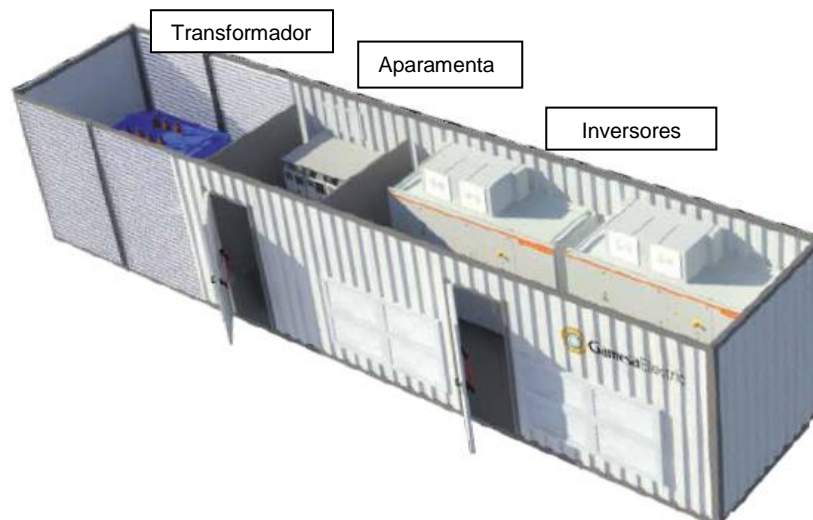


Ilustración 5: Power Station de 5 MW. Fuente: Gamesa Electric

Se proponen Power Station (inversor + transformador) de diferentes potencias para ajustarse en mejor medida a la potencia de la planta y a la superficie disponible:

- PS de 5 MVA (2 x inversor 2,5 MVA)
- PS de 2,5 MVA (1 inversor de 2,5 MVA)

Tabla 5. Especificaciones técnicas de las Power Station

Modelo :		Gamesa E-PV Stations 2,5 MW	Gamesa E-PV Stations 5 MW
Entrada DC	Potencia FV recomendada (kWp)	3.250	6.500
	Número de entradas	14	28
	Máx. corriente DC a 50°C/40°C/25°C por inversor (A)	2.823 / 2.880 / 2.936	
	Corriente de cortocircuito por inversor (A)	3.600	
	Rango de operación (V <sub>dc</sub> )	900 – 1.500	
	Rango de operación M <sub>pp</sub> (V <sub>dc</sub> )	900 – 1.300	
	Tamaño máximo de fusible	400 A	
	Máxima sección de cable por polo	Hasta 2 x 400 mm <sup>2</sup>	
Producción de energía desde	0,5% P <sub>n</sub>		
Salida AC	Número de fases	3	
	Potencia nominal AC a 50°C/40°C/25°C (kVA)	2.500 / 2.560 / 2.600	5.000 / 5.100 / 5.200
	Tensión nominal AC	10 - 34,5 kV <sub>rms</sub>	
	Rango de voltaje permitido (%)	-10 / +10	
	Rango de frecuencia (Hz)	47,5 – 53 / 47 - 63	
	Celda MT	0L1V/ 1L1V/ 2L1V SF <sub>6</sub> aislado	
	Grupo transformador	Dy11y11	Dy11
	Tipo transformador	KNAN / ONAN herméticamente sellado	
	Máxima sección de cable por fase MT	1 x 630 mm <sup>2</sup>	
	Máxima corriente por fase a 50°C (A)	2.300	
	Factor de potencia	0 - 1	
	Distorsión armónica (%)	< 3	
	Corriente máxima AC	2.300 A <sub>rms</sub>	
Máxima sección de cable por fase MT	1 x 630 mm <sup>2</sup>		
Rendimiento	Rendimiento máximo (%)	99	
	Rendimiento europeo (%)	98,8	
	Consumo en espera (W)	< 200	
	Máximo consumo en funcionamiento (W)	< 4.100	
	Alimentación aux. para autoconsumo inversor	400 Vac – 5 kVA	
Protecciones AC	Interruptor automático AC sobre tensión AC, anti-isla, variación tensión de red, fallos de frecuencia, corrientes asimétricas, aislamiento galvánico		
Protecciones DC	Seccionador motorizado DC para protección tensión CC, protección sobretensión CC Tipo II, protección circuitos entradas CC con fusibles CC en polo positivo, monitorización aislamiento CC.		
Otras protecciones	Protección de sistemas auxiliares, protección de sobretensiones en sistemas auxiliares		



#### 7.4.4.1 Inversores

Los inversores se encargan de transformar la tensión de corriente continua de los paneles fotovoltaicos en tensión de corriente alterna apta para la conexión a la red eléctrica.

Para el parque proyectado se utilizarán inversores trifásicos Gamesa de potencias 2,5 MVA. En la Ilustración 6 se muestra la descripción física general y el conexionado interno del inversor Gamesa E-2,5 MVA-SB-I. Las características de los demás inversores se pueden consultar en el documento Anejos.



#### STANDARD CONFIGURATION

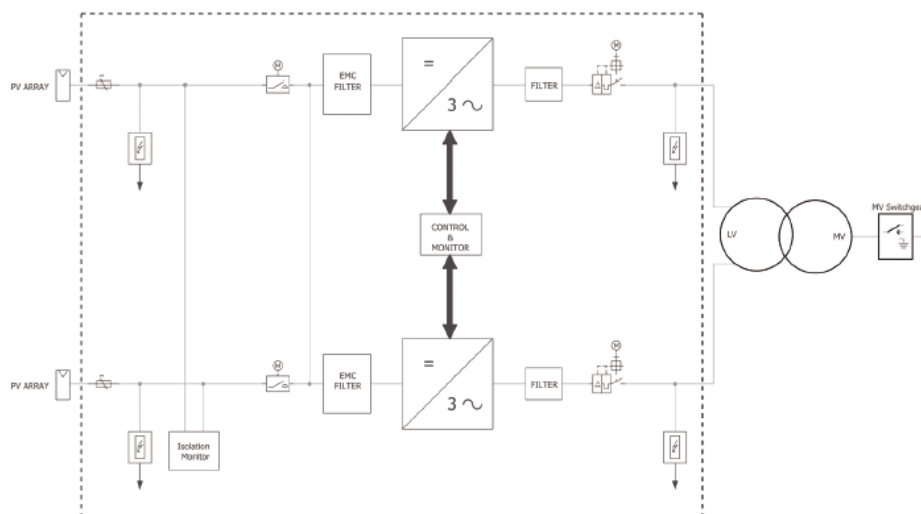


Ilustración 6: Vista General del Inversor y esquema eléctrico. Fuente: Gamesa Electric

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos generan un mínimo de potencia establecido, el inversor supervisa la tensión,

la frecuencia de red y la producción de energía. A partir del 0,5% de la potencia nominal el aparato empieza a inyectar a la red.

Cada inversor permite hasta 24 entradas de corriente continua en paralelo a las que se conectan las salidas de las C.S.P.

#### 7.4.4.2 Transformador

La salida de tensión del inversor (<1.500 V) se eleva en el transformador hasta la tensión de la subestación de evacuación de energía.

El transformador es de tipo KNAN / ONAN en baño de aceite con conexión Dy11y11 (5 MW) o Dy11 (2,5 MW) con bajos requisitos de mantenimiento y está optimizado para el mejor funcionamiento durante toda la vida útil de la planta. Se puede ubicar dentro o fuera del contenedor metálico.

#### 7.4.4.3 Aparamenta

La aparamenta de media tensión incluye todo lo necesario para la conexión segura y automática a la red (interruptor, fusible, relés, protecciones, celdas...). Prácticamente no requiere de mantenimiento y permite una configuración versátil. Las celdas son de SF<sub>6</sub> aisladas herméticamente.

### 7.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

El controlador de planta fotovoltaica, PPC (de las siglas en inglés Power Plant Controller) permite:

- Gestionar la energía activa y reactiva para emparejar generación y consumo
- Regular el factor de potencia en el punto de acoplamiento común.
- Regular el voltaje en el punto de acoplamiento común.
- Inyección de corriente reactiva durante caídas de voltaje o inmediatamente después de éstos.
- Inyectar / absorber energía reactiva por la noche
- Controlar la potencia activa, regulación de frecuencia, control en rampa...
- Controlar ocasionalmente equipos adicionales como bancos de condensadores bobinas o baterías.

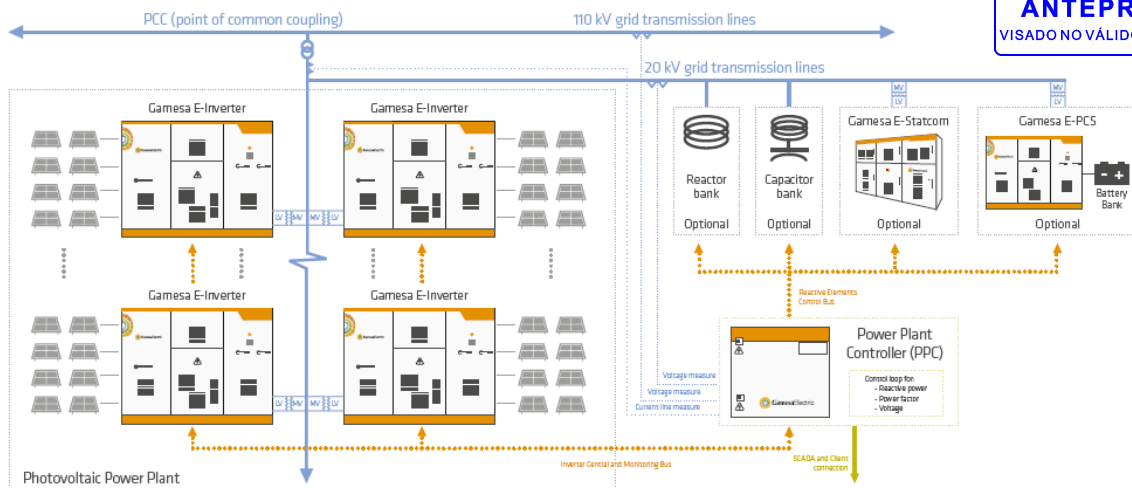


Ilustración 7: Diagrama conexión del controlador de planta PV. Fuente: Gamesa Electric

#### 7.4.6 SERVIDOR WEB

Cada inversor es accesible a través de internet introduciendo su dirección IP. En el caso que no hubiera conexión a internet, se puede acceder a los datos del inversor mediante un cable de Ethernet.

El servidor web, permite tanto el control remoto como la monitorización del PFV.

- Control:
  - o Iniciar o parar el inversor
  - o Definir el factor de potencia
  - o Definir un máximo de potencia activa.
- Monitorización:
  - o Parámetros eléctricos
  - o Parámetros térmicos
  - o Avisos y alarmas
  - o Energía activa y reactiva generada

Toda esta información se puede enviar a un SCADA particular para su posterior análisis.



Ilustración 8: Webserver. Fuente: Gamesa Electric

## 7.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

### 7.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

El esquema general de conexión de un parque fotovoltaico se puede observar en la Ilustración 9. Los módulos FV agrupados en ramas se conectan a las CSP, las cuales combinan este cableado adaptándolo para poder conectarse a los inversores.

El PFV EL BONETE de 38,5 MW / 50 MWp está compuesto por nueve bloques de potencia: siete de 5 MW y dos de 2,5 MW, sumando un total de 40 MW de potencia nominal en corriente alterna que se limita a 38,5 MW. La potencia pico del parque fotovoltaico es 50 MWp.

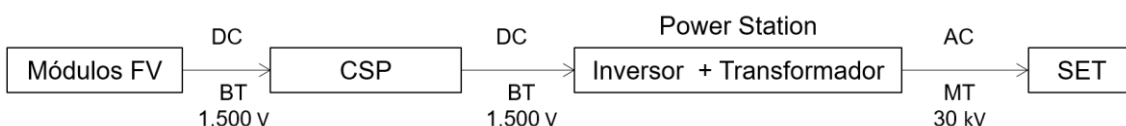


Ilustración 9: Esquema general de conexión del PFV

#### 7.5.1.1 Tramo ramas de módulos FV – CSP

Las ramas están formadas por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie. Los seguidores que sostienen los módulos son de configuración horizontal. La configuración de los seguidores es de 3H x 30 (90 módulos) o de 3H x 20 (60 módulos) por lo que cada seguidor contiene tres o dos ramas de 30 módulos respectivamente.

Los cables de baja tensión (BT) para la conexión entre las ramas y las CSP son de cobre de  $2 \times 1 \times 6 \text{ mm}^2$  y/o  $10 \text{ mm}^2$  de sección de tipo ZZ-F con aislamiento 1,8 kV en continua. Van instalados bajo los seguidores fotovoltaicos hasta uno de los extremos donde bajan a tierra y se entierran en zanjas excepto en los cruces donde van entubados.

#### 7.5.1.2 Tramo CSP – Inversores

Los cables de BT para la conexión entre las CSP y los inversores serán de aluminio de  $2 \times 2 \times 240/300/400 \text{ mm}^2$  de sección, de tipo XZ1 con aislamiento 1,8 kV en continua e irán directamente enterrados en zanja excepto en los cruces donde irán entubados.

#### 7.5.1.3 PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

Los 38,5 MW del PFV EL BONETE están conectados en tres circuitos eléctricos, que unen los bloques de potencia hasta llegar a la SET LA ABADÍA 132/30 kV:

- Circuito 1: PS1 (2,5 MW) – PS2 (2,5 MW) – PS3 (5 MW) – SET
- Circuito 2: PS6 (5 MW) – PS5 (5 MW) – PS4 (5 MW) – SET
- Circuito 3: PS9 (5 MW) – PS8 (5 MW) – PS7 (5 MW) – SET

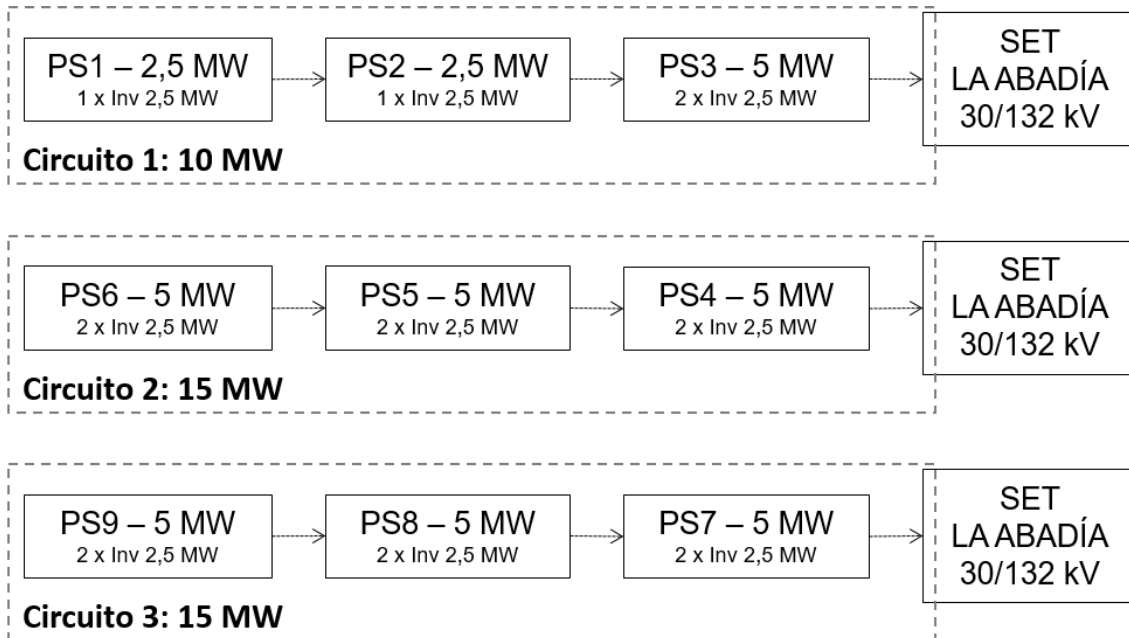


Ilustración 10: Esquema de conexión de la red de MT del PFV

Los componentes básicos para el parque fotovoltaico se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6: Componentes básicos para Parque Fotovoltaico

Descripción	Cantidad
Número de módulos 450 Wp	111.090
Seguidor solar 1 eje para 90 módulos (3Hx30)	1.233
Seguidor solar 1 eje para 60 módulos (3Hx20)	2
Cajas de Seccionamiento y Protección (CSP)	176
Inversor 2.500 kVA	16
Power Station 5 MW (Inversor + CT)	7
Power Station 2,5 MW (Inversores + CT)	2
Potencia (MW) / Potencia pico (MWp)	38,5 / 50

## 7.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### 7.5.2.1 Circuitos de Baja Tensión

Los circuitos de energía eléctrica en BT corresponden a los circuitos de corriente continua desde las ramas de módulos fotovoltaicos hasta las CSP y a los circuitos de corriente continua desde las CSP hasta los inversores.

Los cables de las ramas serán de tipo solar e irán instalados bajo los seguidores fotovoltaicos hasta uno de los extremos donde bajarán a tierra e irán enterrados bajo

tubo hasta las CSP. Serán necesarios para evacuar la energía generada cables de cobre (Cu) 2 x 1 x 6 y/o 10 mm<sup>2</sup> de sección tipo ZZ-F/H1Z2Z2-K. Estos cables serán según IEC 60228 - de cobre electrolítico estañado clase 5, finamente trenzado, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) HEPR 120°C y cubierta exterior de elastómero termoestable libre de halógenos. El aislamiento y la cubierta están sólidamente unidos (aislamiento de dos capas). La tensión nominal del cable en CC es de 1,5 kV, siendo la máxima tensión de servicio admisible de 1,8 kV.

Los cables de BT para la conexión entre las CSP y el inversor central serán de aluminio (Al) de 2 x 2 x 240/300/400 mm<sup>2</sup> de sección tipo XZ1. Según UNE-EN 60228, serán cables rígidos de clase 2, con aislamiento XLPE tipo DIX3 y cubierta tipo cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos. El nivel de aislamiento del cable será de 0,6/1 kV en CA e irá directamente enterrado en zanja excepto en los cruces donde irá entubado.

#### 7.5.2.2 Circuitos de Media Tensión

La energía generada en el parque fotovoltaico se recoge con tres circuitos subterráneos de media tensión (30 kV) pasando por todas las Power Stations hasta la SET LA ABADÍA 132/30 kV.

Esta red subterránea será en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, a 50 Hz de frecuencia y a la tensión nominal de 30 kV.

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada	Intensidad acumulada	Long. km	Nº ternas	Sección mm <sup>2</sup>	I <sub>max</sub> A	Caída tensión %	Pérdida potencia	
		MW	A						%	kW
1	PS1 - PS2	2,5	50,64	0,40	1	150	260,00	0,03	0,03	0,81
	PS2 - PS3	5	101,29	0,40	1	150	260,00	0,07	0,07	3,25
	PS3 - SET	10	202,58	0,63	1	400	307,05	0,09	0,08	7,76
<b>TOTAL Circuito1</b>								<b>0,20%</b>	<b>0,12%</b>	<b>11,82</b>

2	PS6 - PS5	5	101,29	0,56	1	150	260,00	0,09	0,09	4,55
	PS5 - PS4	10	202,58	0,22	1	150	260,00	0,07	0,07	6,99
	PS4 - SET	15	303,87	1,06	1	630	396,75	0,16	0,12	17,65
<b>TOTAL Circuito2</b>								<b>0,33%</b>	<b>0,19%</b>	<b>29,19</b>



Circuito	Tramo	Potencia Acumulada	Intensidad acumulada	Long.	Nº ternas	Sección	I <sub>max</sub>	Caída tensión	Pérdida potencia	
		MW	A	km		mm <sup>2</sup>	A	%	%	kW
3	PS9 - PS8	5	101,29	0,34	1	150	260,00	0,06	0,06	2,76
	PS8 - PS7	10	202,58	0,37	1	150	260,00	0,12	0,12	11,86
	PS7 - SET	15	303,87	1,15	1	630	396,75	0,18	0,13	19,15

**TOTAL Circuito3** **0,36%** **0,23%** **33,77**

Se puede ver que tanto las pérdidas de potencia como la máxima caída de tensión son inferiores a los límites establecidos.

La sección de conductor en los diferentes tramos podrá ser variable dentro del rango: 95, 150, 240, 400, 630 mm<sup>2</sup>, y será calculada con mayor detalle en el proyecto constructivo.

#### Cable aislado de potencia

Los conductores a utilizar serán cables unipolares tipo RHZ1 18/30 kV de Aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

Estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instale o la producida por corrientes vagabundas, y tendrá suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueda ser sometido durante el tendido.

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

Se dispondrán directamente enterrados en terreno, formando una terna. El número de ternas, sección y longitud de los conductores varía según el tramo.

Las características principales de los cables serán:

- Tipo de cable:..... RHZ1
- Tensión: ..... 18/30 kV
- Conductor:..... Aluminio
- Aislamiento:..... Polietileno Reticulado (XLPE)
- Pantalla: ..... Corona de hilos de Cu

### Terminaciones

Las terminaciones se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

Las terminaciones limitarán la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, las terminaciones admitirán las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

### Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Estos empalmes podrán ser enfilables, retráctiles en frío o con relleno de resina y no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado.

### Protecciones

Para la protección contra sobrecargas, sobretensiones, cortocircuitos y puestas a tierra se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc.), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la línea subterránea en proyecto.

#### *7.5.2.3 Cruzamientos, proximidades y paralelismos en la red subterránea de evacuación*

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del RLAT, las correspondientes Especificaciones Particulares de la compañía distribuidora aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.



A continuación se resumen, las condiciones a que deben responder los cruces en las proximidades y paralelismos de cables subterráneos.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Profundidad	Observaciones
Carreteras	Entubada y hormigonada	≥ 0,6 m de vial	Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular al eje del vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	≥ 1,1 m de la cara inferior de la traviesa	La canalización entubada se rebasará 1,5 m por cada extremo. Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular a la vía
Depósitos de carburante	Entubada (*)	≥ 1,2 m	La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo
Conducciones de alcantarillado	Enterrada ó entubada	-	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado (**)

(\*): Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

(\*\*): En el caso de que no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Siempre que sea posible, los conductores de AT discurrirán por debajo de los de BT. Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*)
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*)
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*)
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	-	≥ 30 cm a ambos lados	La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta (*)

(\*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Cruzamiento	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

(\*): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos y garantizará una cobertura mínima de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. En el caso de líneas subterráneas de alta tensión entubadas, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.

(\*\*): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Proximidad o paralelismo	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Los conductores de AT podrán instalarse paralelamente a conductores de BT o AT (*)
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	(*)
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1m del punto de cruce (*)

(\*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Proximidad o paralelismo	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 25 cm	≥ 15 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(\*): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos o por tubos de adecuada resistencia.

### 7.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

En caso de ser necesario, las comunicaciones a implementar en la línea subterránea se basarán siempre en fibra óptica tendida conjuntamente con el cable. Las líneas con cable subterráneo no pueden soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.

El cable de fibra óptica estará formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.

Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

### 7.5.4 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre los elementos eléctricos que componen el PFV y electrodos enterrados en el suelo con objeto de garantizar la seguridad de personas y equipos en caso de faltas o descargas a tierra.

La red de tierras se realizará siguiendo un esquema TT. De esta forma, se conectarán todas las masas del parque entre sí y por otro lado se realizará un mallazo de tierra independiente para cada transformador de servicios auxiliares de los inversores.

Todo el sistema estará interconectado en paralelo, y unirá también mediante un anillo de tierras toda la estructura metálica de la planta.

Alrededor de los centros de transformación e inversión se instalará un mallazo de tierra al cual se conectará todas las puestas a tierra previstas de los equipos, de forma que se forme un anillo entre los centros de transformación e inversión y el centro de control del parque. Este anillo será interconectado con la red de tierras de la planta.

Además de este mallazo, se realizará otro mallazo independiente cercano a cada inversor para conectar el neutro de los transformadores de servicios auxiliares de los inversores.

La instalación de puesta a tierra estará constituida por una red de tierra mallada, reforzada por electrodos de puesta a tierra (en caso de ser necesario) para asegurar un valor de resistencia de puesta a tierra acorde a las indicaciones de los estándares de aplicación. A la malla se conectarán alternativamente las armaduras metálicas de pilares de hormigón, así como las estructuras metálicas.

Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:

- Cable de cobre desnudo
  - Alrededor de las Power Station.....50 mm<sup>2</sup>
  - Resto de zonas .....35 / 50 mm<sup>2</sup>
- Picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y diámetro de 14 mm<sup>2</sup>:
  - En cada CSP
  - En las esquinas del mallazo de cada Power Station
  - A lo largo del vallado perimetral, ubicadas en los puntos donde se hallan los báculos del sistema CCTV
  - En las esquinas del mallazo de cada transformador de servicios auxiliares

Los conductores de tierra se tenderán en la misma zanja que los circuitos de fuerza del parque directamente enterrados, y grapados a los postes de los seguidores hasta su canalización por zanja.

## 7.6 OBRA CIVIL

La instalación del PFV requiere una serie de actuaciones sobre el terreno para poder implantar todas las instalaciones necesarias para su construcción. Estas actuaciones comienzan con el desbroce y limpieza del terreno, y el movimiento de tierras necesario

incluyendo accesos y viales interiores, así como las zanjas para el tendido de los diferentes circuitos de baja y media tensión.

Además se realizarán todas las catas del terreno necesarias para efectuar todos los trabajos objeto del presente documento.

### 7.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL

Se trata de un terreno de tierra labrada sin vegetación, por lo tanto el desbroce se considerará casi nulo.

El desbroce y limpieza del terreno de la zona afectada se realizará mediante medios mecánicos. Comprenderá los trabajos necesarios para la retirada de maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente en la zona proyectada.

En el trazado de caminos y zanjas se retirará la capa de tierra vegetal hasta una profundidad media de 25 cm.

La tierra vegetal no se llevará a vertedero. En el caso de la zanja, se acopiará en un cordón lateral de no más de 1 metro de altura junto a la excavación de la misma para su posterior extendido sobre ella, minimizando así el posible impacto visual que se podría generar. En el caso de caminos, se acopiará la tierra vegetal retirada para su posterior extendido en parcelas adyacentes.

### 7.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dadas las características de la orografía del terreno, solo será necesario realizar movimientos de tierra en algunas zonas de la explanada donde se ubican los seguidores con objeto de adecuar el terreno a la pendiente asumible por los mismos.

Otros movimientos de tierra a realizar en la construcción del parque son los asociados a la formación de la explanada donde se ubica el centro de transformación, al trazado de los caminos interiores y de acceso al parque, así como a la ejecución de las zanjas para el alojamiento de los cables de baja y media tensión.

El trazado en planta y alzado de los caminos se ha ajustado a la orografía del terreno con el fin de minimizar el movimiento de tierras y siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Para poder calcular el volumen de las tierras se ha descargado del Centro Nacional de Información Geográfica un modelo digital del terreno obtenido por interpolación a partir

de la clase terreno de vuelos Lidar del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) obtenidas por estereocorrelación automática de vuelo fotogramétrico con resolución de 25 a 50 cm/pixel.

Se ha intentado compensar el volumen de desmonte y terraplenado para aprovechar al máximo las tierras, de forma que el transporte de tierras a vertedero se vea reducido al mínimo posible.

El cálculo de la cubicación se ha realizado con el software topográfico MDT, obteniendo los siguientes resultados (ver tabla):

Tabla 7: Volumen de tierras y firmes de los ramales del PFV

EJE	Longitud (m)	Volumen Tierras			Volumen Firmes	
		Desmonte (m³)	Terraplén (m³)	T. Vegetal (m³)	Subbase (m³)	Base (m³)
CAMINOS INTERIORES	9.478,12	2.994,07	3.026,57	15.877,40	6.432,80	3.933,42
EXPLANADAS CT	-	87,62	131,44	109,53	-	-
EXPLANADA PFV	-	7.830,15	6.116,93	8.538,60	-	-
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>9.478,12</b>	<b>10.911,85</b>	<b>9.274,94</b>	<b>24.525,53</b>	<b>6.432,80</b>	<b>3.933,42</b>

- Volumen de desmonte = 10.911,85 m³
- Volumen de terraplén = 9.174,94 m³

De lo anterior se obtiene un balance de tierras de 1.636,91 m³, en este caso se trata de tierras sobrantes. La gestión de las tierras consiste en reutilizarlas en la medida de lo posible en la propia obra, siendo el resto retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje o, si esto no fuera posible, a vertederos autorizados.

El movimiento de tierras calculado se ha realizado en base a cartografía básica, tal y como se ha indicado anteriormente, por lo que podrá sufrir variaciones con el estudio topográfico de detalle que se llevará a cabo antes de la ejecución del parque.

### 7.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

La red de viales del parque fotovoltaico está constituida por el vial de acceso al parque y los caminos interiores para el montaje y mantenimiento de los diferentes componentes.

En el diseño de la red de viales, se procede a la adecuación de los caminos existentes en los tramos en los que no tengan los requisitos mínimos necesarios para la circulación

de los vehículos especiales, y en aquellos puntos donde no existan caminos se prevé la construcción de nuevos caminos.

Como características más importantes de los viales del parque hay que señalar el hecho de que se cumple con las especificaciones mínimas necesarias con un aprovechamiento máximo de los viales existentes, por lo que la afección resultante es la menor posible.

#### 7.6.3.1 Vial de acceso

El acceso al PFV se realiza desde la carretera nacional N-232, a la altura del PK 171,5, al norte de la localidad de La Puebla de Híjar. Si se llega desde La Puebla de Híjar, se toma el desvío a la izquierda a la altura de este PK, tomando un camino de tierra. La red de caminos existente permite el acceso a las diferentes zonas valladas del PFV.

Se contempla la adecuación del camino existente en los tramos en los que no tenga los requisitos mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los componentes fotovoltaicos.

Los caminos tendrán las siguientes características:

- Anchura del vial: 5 m
- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 8 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 14 m.
- Talud de desmante 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).
- Espesor de excavación de tierra vegetal de 25 cm.

#### 7.6.3.2 Viales interiores

Los viales interiores del parque fotovoltaico partirán desde los puntos de acceso al recinto. Se construirán caminos principales que llegarán a los Centros de Transformación así como viales perimetrales que se conectarán con los caminos principales.

Tendrán las siguientes características:

- Anchura del vial: 4 m
- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 8 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 14 m.
- Talud de desmote 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).

### 7.6.3.3 Drenaje

Para la evacuación de las aguas de escorrentía se dispone de dos tipos de drenaje: drenaje longitudinal y drenaje transversal.

Para el tipo de drenaje longitudinal, se han previsto cunetas laterales de tipo “V” a ambos márgenes de los viales con la sección y dimensiones adecuadas.

El tipo de drenaje transversal se utilizará en los puntos bajos de los viales interiores en los que se puedan producir acumulaciones de agua, instalando en esos puntos obras de fábrica y/o vados hormigonados que faciliten la evacuación del agua.

### 7.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES

El método principal de instalación de seguidores fotovoltaicos en este parque es el hincado, ya que es el más apropiado debido a las características geológicas del terreno. Esta tecnología permite minimizar la afección sobre el terreno ya que no requiere cimentaciones.

Este sistema permite fijar cada pilote al terreno ajustando la profundidad del hincado mediante la utilización de una máquina hidráulica (ver Ilustración 11). Para ello, se fija el pilote a la parte superior de la máquina y mediante un control electrónico, se regula la velocidad, orientación y fuerza de hincado. Este proceso resulta ágil y económico.

Durante la fase de construcción del parque se llevará a cabo un estudio geotécnico del terreno, así como el test de hincado. Si en alguna de las zonas, el terreno no fuese apropiado para este método, se estudiará otro tipo de anclaje de la estructura, como podría ser mediante tornillo o zapata de hormigón.





Ilustración 11: Máquina hinca postes. Fuente: Pauselli Group

### 7.6.5 CIMENTACIÓN DE POWER STATIONS

El inversor y centro de transformación forman la Power Station que se ubicará sobre plataforma de hormigón cubierta de cama de arena y con un acerado perimetral que evite la entrada de humedad, tanto si es un contenedor metálico o un prefabricado de hormigón.

La cimentación se realizará con base de zapatas de hormigón y muros de ladrillo de fábrica para el apoyo del contenedor y elevarlo sobre el nivel del terreno para facilitar la ventilación y el acceso al montaje y mantenimiento del cableado.

### 7.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO

Las zanjas tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de baja y media tensión, el conductor de puesta a tierra, el cableado de vigilancia y la red de comunicaciones.

El trazado de las zanjas se ha diseñado tratando que sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables utilizados.

Las canalizaciones principales se dispondrán junto a los caminos de servicio, tratando de minimizar el número de cruces así como la afección al medio ambiente y a los propietarios de las fincas por las que trascurren.

En el parque nos encontraremos con dos tipos de zanjas:

- Zanja en tierra
- Zanja para cruces

Para ver las diferentes zanjas tipo consultar el documento Planos.

#### 7.6.6.1 Zanja en tierra

La zanja en tierra se caracteriza porque los cables se disponen enterrados directamente en el terreno, sobre un lecho de arena lavada de río. Las dimensiones de la zanja atenderán al número de cables a instalar.

Los cables se tienden sobre una capa base de unos 10 cm de espesor, y encima de ellos irá otra capa de arena hasta completar un mínimo de 30 cm. Sobre ésta se coloca transversalmente una protección mecánica (ladrillos, rasillas, cerámicas de PPC, etc.).

Posteriormente se rellenará la zanja con una capa de espesor variable de material seleccionado y se terminará de rellenar con tierras procedentes de la excavación, colocando a 25-35 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

#### 7.6.6.2 Zanjas para cruces

Las canalizaciones en cruces serán entubadas y estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético, hormigonados, de suficiente resistencia mecánica y debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 160 ó 200 mm en función de la sección de conductor, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán protegidos por una capa de hormigón de HM-20 de espesor variable en función de los conductores tendidos.

El resto de la zanja se rellenara con tierras procedentes de la excavación, con el mismo material que existía en ella antes de su apertura, colocando a 25-35 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

#### 7.6.7 ARQUETAS

Las arquetas serán prefabricadas o de ladrillo sin fondo para favorecer la filtración de agua. En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo

para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En todos los casos, deberá estudiarse por el proyectista el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

#### 7.6.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Para identificar el trazado de la red subterránea de media tensión fuera del parque fotovoltaico se colocarán hitos de señalización de hormigón prefabricados cada 50 m y en los cambios de dirección.

En estos hitos de señalización se indicará en la parte superior una referencia que advierta de la existencia de cables eléctricos.

#### 7.7 INSTALACIONES AUXILIARES

Se construirán instalaciones auxiliares para mantener la seguridad y el correcto funcionamiento del parque. Durante la fase de construcción se habilitará una zona de acopio que permita el desarrollo de la obra. El resto de instalaciones descritas a continuación serán de carácter permanente.

##### 7.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA

Para facilitar las labores de construcción del PFV se dispondrán de zonas de acopio para depositar el material y maquinaria necesarios.

##### 7.7.2 VALLADO PERIMETRAL

Para disminuir el efecto barrera debido a la instalación de la planta fotovoltaica, y para permitir el paso de fauna, el vallado perimetral de la planta se ejecutará dejando un espacio libre desde el suelo de 20 cm y con malla cinegética. El vallado perimetral carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar. En el

recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones. Las puertas de acceso a la planta solar serán de dos hojas.

### 7.7.3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Para la protección del perímetro se utilizara un sistema de vídeo vigilancia con cámaras térmicas motorizadas. Las cámaras se distribuirán por todo el perímetro de la instalación alimentándose mediante un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), los cables para esta alimentación se llevarán enterrados en zanjas que discurren por todo el perímetro del vallado.

El sistema analiza las imágenes de las cámaras detectando los objetos móviles e identifica personas o el tipo de objetos indicados. El sistema descarta objetos como bolsas, sombras, reflejos, pequeños animales, etc... Cuando una persona accede al área que se ha señalado como protegida, un vídeo con la alarma es enviado a la central de monitorización, que chequea la alarma en cuestión.

No es imprescindible que el centro de control se sitúe dentro del parque fotovoltaico, ya que el sistema de vigilancia es accesible desde cualquier lugar vía internet.

### 7.7.4 EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO

El parque fotovoltaico se encuentra muy próximo a la SET LA ABADÍA 132/30 kV. Por esta razón, el control y mantenimiento del PFV, en lugar de realizarse desde un edificio independiente dentro del vallado del parque, se realizará desde el edificio de control y mantenimiento de la SET.

### 7.7.5 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Para el correcto funcionamiento del PFV es necesario conocer las condiciones ambientales en tiempo real. Para ello, que propone la inclusión de una estación meteorológica con un mínimo de cinco puntos de monitorización ambiental.

La estación meteorológica deberá medir las siguientes variables: irradiación, precipitaciones, temperatura, velocidad y dirección del viento.

## 8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Las administraciones o empresas cuyas propiedades se ven afectadas por las instalaciones del parque fotovoltaico son:

ORGANISMO AFECTADO	AFECCIÓN	INSTALACIÓN
Ayuntamiento de La Puebla de Híjar	-	Parque Fotovoltaico, Red Subterránea de Media Tensión
Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA)	Cordel de la Pilica a Sástago	PFV, RSMT
	Paso de ganados de la Hoya a la Cañada de Quinto a la Puebla	PFV, RSMT
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	Carretera N-232	PFV

No se conoce ninguna otra posible afección sobre bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, Organismos, Corporaciones, o Departamentos del Gobierno de Aragón, que no sean las anteriormente señaladas.

Se adjuntan al presente anteproyecto las separatas correspondientes.

## 9 FASES DEL PROYECTO

### 9.1 ESTUDIO DEL PROYECTO

El desarrollo de un proyecto de energías renovables comienza con el estudio y el análisis de su viabilidad técnica y financiera.

Una vez se haya identificado una oportunidad de desarrollo, se estudiará su ubicación y se analizará la disponibilidad de recursos naturales de la zona. En el caso que estos valores sean atractivos, comienza el proceso de la obtención de los permisos necesarios para la construcción de un proyecto de energías renovables.

### 9.2 CONSTRUCCIÓN

El trabajo de construcción comprende toda la obra civil para acondicionar el terreno y hacer las canalizaciones, obra eléctrica de la interconexión de la planta con las redes eléctricas de distribución o transporte y la recepción y montaje de todos los equipos. Una vez se finalizan todos estos trabajos, se certifica que la planta ha sido ejecutada conforme a lo previsto.

### 9.3 FUNCIONAMIENTO

Una vez construido el parque, las operaciones necesarias para su funcionamiento son mínimas puesto que los módulos fotovoltaicos e inversores están monitorizados y automatizados para su óptimo funcionamiento.

Se realizará un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los elementos que forman el parque, teniendo en cuenta que los módulos fotovoltaicos no requieren prácticamente de mantenimiento más allá de la limpieza, que se realizará anualmente con agua a presión. Esta limpieza la realizará la empresa que realice el mantenimiento. Se dispondrá de un centro de control para la monitorización y control, así como para la video vigilancia y seguridad de la planta fotovoltaica.

### 9.4 DESMANTELAMIENTO

Una vez finalizada la vida útil del parque fotovoltaico, que se estima en 25 – 30 años, se procederá al desmantelamiento de todas las instalaciones e infraestructuras creadas, realizando un proyecto de desmantelamiento y restauración de las zonas afectadas, con el objetivo de devolver al terreno las condiciones anteriores a la ejecución de las obras de instalación del parque fotovoltaico. El tratamiento de los materiales excedentarios se realizará conforme a la legislación vigente en materia de residuos.



Para ejecutar el desmantelamiento del parque fotovoltaico, se han de realizar las siguientes obras:

1. Desconexión eléctrica
2. Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos
3. Desmontaje y retirada de los seguidores
4. Retirada de circuitos eléctricos
5. Desmontaje de inversores y centros de transformación
6. Desmantelamiento de la línea eléctrica aérea
7. Desinstalación de los sistemas de seguridad, comunicaciones y vigilancia
8. Retirada del vallado perimetral
9. Restauración final, vegetal y paisajística.
10. Reciclaje de materiales

## 10 PLANIFICACIÓN

Descripción	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
<b>INICIO DE OBRAS</b>												
<b>OBRA CIVIL</b>												
Replanteos												
Caminos												
Hincado de placas												
Apertura zanjas												
Acondicionamiento zanjas												
Cierre de zanjas												
Restauración												
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>												
Acopio												
Tendido												
Conexión												
<b>MONTAJE PARQUE</b>												
Montaje												
Conexión eléctrico												
Acabado final												
<b>TENSION DISPONIBLE</b>												
<b>PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS</b>												
Puesta en marcha												
Fase de pruebas												
<b>FUNCIONAMIENTO COMERCIAL DEL PARQUE</b>												



## 11 CONCLUSIÓN

Con el presente anteproyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones del Parque Fotovoltaico EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.



Zaragoza, septiembre 2020  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474  
COIAR



---

# ANTEPROYECTO

## PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

### DOCUMENTO 2: ANEJOS

Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel)

---



*En Zaragoza, septiembre de 2020*



## ÍNDICE ANEJOS

- ANEJO 1: Coordenadas de los límites del parque fotovoltaico
- ANEJO 2: Relación de bienes y derechos afectados
- ANEJO 3: Cálculos de producción de energía
- ANEJO 4: Hojas de características



# ANEJO 1

## Coordenadas de los límites del parque fotovoltaico



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
Anejo 1



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE

POLIGONAL PFV .....	2
VALLADOS PFV .....	3

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAAAEJZSRLL - verificable en <http://coiilar.e-visado.net>



## POLIGONAL PFV

POLIGONAL PFV EL BONETE Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	709.218	4.567.507
2	709.537	4.567.525
3	710.250	4.567.467
4	710.636	4.567.361
5	710.858	4.567.418
6	710.867	4.567.724
7	711.105	4.567.877
8	711.374	4.567.973
9	711.615	4.567.854
10	711.867	4.566.885
11	711.522	4.567.070
12	711.445	4.566.906
13	711.714	4.566.551
14	711.937	4.566.620
15	712.058	4.566.156
16	711.148	4.566.136
17	711.130	4.566.295
18	710.933	4.566.289
19	710.823	4.566.870
20	710.619	4.566.939
21	710.527	4.566.984
22	710.442	4.567.051
23	710.346	4.567.096
24	710.274	4.567.118
25	710.191	4.567.105
26	710.151	4.567.107
27	710.076	4.567.124
28	710.016	4.567.159
29	709.789	4.567.214
30	709.643	4.567.213
31	709.525	4.567.257
32	709.199	4.567.321



**VALLADOS PFV**

PFV EL BONETE ZONA 1 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	710.462	4.567.367
2	710.403	4.567.415
3	710.381	4.567.425
4	710.270	4.567.460
5	710.222	4.567.469
6	710.191	4.567.471
7	710.010	4.567.472
8	709.917	4.567.477
9	709.537	4.567.525
10	709.463	4.567.463
11	709.439	4.567.414
12	709.397	4.567.469
13	709.337	4.567.514
14	709.304	4.567.493
15	709.290	4.567.467
16	709.269	4.567.472
17	709.211	4.567.435
18	709.199	4.567.321
19	709.363	4.567.292
20	709.525	4.567.257
21	709.643	4.567.213
22	709.789	4.567.214
23	710.016	4.567.159
24	710.061	4.567.133
25	710.082	4.567.123
26	710.151	4.567.107
27	710.191	4.567.105
28	710.242	4.567.116
29	710.274	4.567.118
30	710.346	4.567.096
31	710.428	4.567.059
32	710.456	4.567.042
33	710.527	4.566.984
34	710.619	4.566.939
35	710.805	4.566.876
36	710.711	4.567.370
37	710.560	4.567.352
38	710.506	4.567.351

PFV EL BONETE ZONA 2 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	711.428	4.567.092
2	711.424	4.567.097
3	710.866	4.567.404
4	710.837	4.567.407
5	710.804	4.567.403
6	710.744	4.567.387
7	710.726	4.567.380
8	710.933	4.566.289
9	711.392	4.566.304
10	711.465	4.566.315
11	711.462	4.566.383
12	711.372	4.566.444
13	711.323	4.566.496
14	711.271	4.566.524
15	711.240	4.566.592
16	711.185	4.566.622
17	711.148	4.566.657
18	711.156	4.566.670
19	711.164	4.566.665
20	711.197	4.566.715
21	711.219	4.566.734
22	711.243	4.566.750
23	711.252	4.566.746
24	711.327	4.566.820
25	711.282	4.566.847
26	711.268	4.566.860
27	711.340	4.566.932



PFV EL BONETE ZONA 3 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	711.632	4.567.786
2	711.563	4.567.826
3	711.527	4.567.830
4	711.516	4.567.903
5	711.376	4.567.973
6	711.347	4.567.961
7	711.355	4.567.897
8	711.245	4.567.916
9	711.105	4.567.877
10	711.068	4.567.832
11	710.908	4.567.750
12	710.867	4.567.719
13	710.864	4.567.631
14	710.891	4.567.582
15	710.920	4.567.552
16	710.886	4.567.508
17	710.883	4.567.486
18	710.892	4.567.461
19	711.164	4.567.516
20	711.273	4.567.230
21	711.577	4.567.292
22	711.623	4.567.063
23	711.683	4.567.019
24	711.727	4.566.976
25	711.769	4.566.994
26	711.827	4.567.039
27	711.808	4.567.113





## **ANEJO 2**

### **Relación de bienes y derechos afectados**

Término municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral
La Puebla de Híjar	505	30	44202B50500030
La Puebla de Híjar	505	31	44202B50500031
La Puebla de Híjar	505	32	44202B50500032
La Puebla de Híjar	505	33	44202B50500033
La Puebla de Híjar	505	34	44202B50500034
La Puebla de Híjar	505	35	44202B50500035
La Puebla de Híjar	505	36	44202B50500036
La Puebla de Híjar	505	37	44202B50500037
La Puebla de Híjar	505	38	44202B50500038
La Puebla de Híjar	505	39	44202B50500039
La Puebla de Híjar	505	9004	44202B50509004
La Puebla de Híjar	505	9006	44202B50509006
La Puebla de Híjar	505	9008	44202B50509008
La Puebla de Híjar	505	9011	44202B50509011
La Puebla de Híjar	505	40	44202B50500040
La Puebla de Híjar	505	9012	44202B50509012
La Puebla de Híjar	505	43	44202B50500043
La Puebla de Híjar	505	44	44202B50500044
La Puebla de Híjar	505	46	44202B50500046
La Puebla de Híjar	505	47	44202B50500047
La Puebla de Híjar	505	48	44202B50500048
La Puebla de Híjar	505	49	44202B50500049
La Puebla de Híjar	505	50	44202B50500050
La Puebla de Híjar	505	73	44202B50500073
La Puebla de Híjar	505	83	44202B50500083
La Puebla de Híjar	505	148	44202B50500148
La Puebla de Híjar	505	149	44202B50500149
La Puebla de Híjar	505	150	44202B50500150
La Puebla de Híjar	505	151	44202B50500151
La Puebla de Híjar	505	152	44202B50500152
La Puebla de Híjar	505	153	44202B50500153
La Puebla de Híjar	505	154	44202B50500154
La Puebla de Híjar	505	155	44202B50500155
La Puebla de Híjar	505	156	44202B50500156
La Puebla de Híjar	505	157	44202B50500157
La Puebla de Híjar	505	158	44202B50500158
La Puebla de Híjar	505	24	44202B50500024
La Puebla de Híjar	505	25	44202B50500025
La Puebla de Híjar	505	26	44202B50500026
La Puebla de Híjar	505	27	44202B50500027
La Puebla de Híjar	505	9002	44202B50509002

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



## **ANEJO 3**

### **Cálculos de producción de energía**



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE

1. RADIACIÓN SOLAR DE LA UBICACIÓN .....	2
2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA.....	2
3. ENERGÍA PRODUCIDA PFV (ESTUDIO PVSYST) .....	5

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAAAEJZRLL. verificable en <http://coiilar.e-visado.net>

## 1. RADIACIÓN SOLAR DE LA UBICACIÓN

Los datos de radiación solar de la ubicación donde se encuentra el parque fotovoltaico fueron obtenidos mediante la base de datos PVGIS-CMSAF se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Datos radiación solar (41,23° N, -0,49° W)

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C
<b>Enero</b>	62.6	29.60	7.96
<b>Febrero</b>	85.5	34.28	8.25
<b>Marzo</b>	135.0	48.99	11.03
<b>Abril</b>	163.7	60.68	14.33
<b>Mayo</b>	202.6	70.63	18.13
<b>Junio</b>	216.4	64.94	22.76
<b>Julio</b>	235.0	58.44	25.80
<b>Agosto</b>	203.1	54.02	25.53
<b>Septiembre</b>	151.7	47.38	21.48
<b>Octubre</b>	109.5	39.26	17.11
<b>Noviembre</b>	68.1	29.82	11.22
<b>Diciembre</b>	53.6	26.73	7.55
<b>Año</b>	1686.7	564.76	15.98

GlobHor: Irradiación global horizontal

DiffHor: Irradiación difusa horizontal

T\_Amb: Temperatura ambiente

## 2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA

Mediante el software PVSyst y los datos de radiación solar en el emplazamiento del proyecto obtenidos de la base de datos PVGIS se ha calculado la producción del parque.

Para calcular el rendimiento de la instalación se tienen en cuenta las siguientes pérdidas:

- **Pérdidas por sombreado**

En muchas ocasiones es inevitable la presencia de sombras en determinadas horas del día sobre el generador fotovoltaico, esto conduce a unas determinadas pérdidas energéticas causadas por la disminución de la captación de irradiación solar y por los posibles efectos de mismatch a las que puedan dar lugar.



- **Pérdidas por polvo y suciedad**

Tiene su origen en la disminución de la potencia de un generador fotovoltaico por la deposición de polvo y suciedad en la superficie de los módulos. Cabría destacar dos aspectos, por un lado, la presencia de una suciedad uniforme da lugar a una disminución de la corriente y tensión entregada por el módulo, y por otro lado, la presencia de suciedades localizadas (como puede ser el caso de excrementos de aves) da lugar a un aumento de las pérdidas de mismatch y a las pérdidas por formación de puntos calientes.

- **Pérdidas por mismatch, acoplamiento**

Son pérdidas energéticas originadas por la conexión de módulos fotovoltaicos de potencias ligeramente diferentes para formar un generador fotovoltaico. Esto tiene su origen en que si conectamos dos módulos en serie con diferentes corrientes, el módulo de menor corriente limitara la corriente de la serie. Resultando la potencia de un generador fotovoltaico menor a la suma de las potencias de cada uno de los módulos fotovoltaicos que la componen, estas pérdidas se reducirán mediante una instalación ordenada en potencia (o en corrientes en el punto de máxima potencia) de los módulos fotovoltaicos, así como la utilización de diodos de bypass, por lo que se toman como el valor mínimo 1%.

- **Pérdidas Óhmicas C.C. y C.A.**

Tanto en la parte continua como en la parte de alterna de una instalación fotovoltaica se producen pérdidas energéticas originadas por el denominado efecto Joule que se produce siempre que circula corriente por un conductor de un material y sección determinados y son proporcionales al cuadrado de la intensidad.

- **Rendimiento del inversor DC/AC**

El inversor fotovoltaico se puede caracterizar por su curva de rendimiento en función de la potencia de operación. Es importante seleccionar un inversor de alto rendimiento en condiciones nominales de operación y también es importante una selección adecuada de la potencia del inversor en función de la potencia del generador fotovoltaico.

- **Pérdidas Transformador BT/MT**

Son las pérdidas propias del transformador de media tensión.

- **Pérdidas por temperatura**

Cuando se da el valor de potencia nominal de un panel, este se refiere a las condiciones estándar de medida CEM, en las que la temperatura de la célula es 25°C. Pero la temperatura de operación de los módulos depende de los factores

ambientales de irradiación, temperatura ambiente, el tipo de célula y encapsulado, la velocidad del viento y de la refrigeración (aireación) de los módulos por la parte posterior. Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25°C de las CEM, y del viento. El módulo presenta una potencia menor cuanto mayor es la temperatura de operación.

La energía total producida es de **98.193 MWh/año**. El Performance Ratio (P.R) del parque fotovoltaico es **84,76 %**. Éstos y otros datos relacionados con la producción del parque fotovoltaico se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Energía generada por el PFV

Energía generada PFV	
Estimación de la energía eléctrica producida anual	98.193 MWh/año
Producción específica	1.964 kWh/kWp/año
Horas solares equivalentes	2.551 kWh/kW/año
Performance ratio	84,76 %



**PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp**  
Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO

**VISADO** : VD03012-20A  
**FECHA** : 05/10/2020

**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

### 3. ENERGÍA PRODUCIDA PFV (ESTUDIO PVSYS)

PVSYS V6.87	Atalaya generacion (Spain)	23/09/20	Página 1/6
<b>Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación</b>			
<b>Proyecto :</b>	<b>PFV EL BONETE</b>		
<b>Sitio geográfico</b>	La Puebla de Hijar	País	España
<b>Ubicación</b>	Latitud 41.23° N	Longitud	-0.49° W
Tiempo definido como	Hora Legal Huso horario UT+1	Altitud	288 m
	Albedo 0.20		
<b>Datos meteorológicos:</b>	La Puebla de Hijar	PVGIS-CMSAF averages 01/01/07 to 31/12/16 - Sintético	
<b>Variante de simulación :</b>	<b>PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp - 450Wp 3H30 y 3H20 pitch10m</b>		
	Fecha de simulación	23/09/20 12h40	
<b>Parámetros de la simulación</b>	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso	
<b>Plano de seguimiento, eje inclinado</b>	Inclinación eje	0°	Acimut eje 0°
Límites de rotación	Fi mínimo	-60°	Fi máximo 60°
	Tracking algorithm	Astronomic calculation	
<b>Estrategia "Retroceso"</b>	Núm. de helióstatos	1235 conjuntos en cobertizo idénticos	
	Separación helióstatos	10.0 m	Ancho receptor 3.17 m
<b>Ángulo límite del retroceso</b>	Límites de fi	Factor de ocupación del suelo (GCR) 31.7 %	
<b>Modelos empleados</b>	Transposición	Perez	Difuso Perez, Meteonorm
<b>Horizonte</b>	Sin horizonte		
<b>Sombreados cercanos</b>	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico	100 %
<b>Necesidades del usuario :</b>	Carga ilimitada (red)		
<b>Limitación de potencia de red</b>	Active Power	38.5 MW	Relación Pnom 1.298
<b>Características del conjunto FV</b>			
<b>Módulo FV</b>	Si-mono	Modelo	LR4-72HPH-450M-new M
Parámetros definidos por el usuario	Fabricante	Longi Solar	
<b>Número de módulos FV</b>	En serie	30 módulos	En paralelo 3703 cadenas
<b>Núm. total de módulos FV</b>	Núm. módulos	111090	Pnom unitaria 450 Wp
<b>Potencia global del conjunto</b>	Nominal (STC)	49991 kWp	En cond. de funciona. 45729 kWp (50°C)
<b>Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)</b>	U mpp	1115 V	I mpp 41021 A
<b>Superficie total</b>	Superficie módulos	241462 m²	
<b>Inversor</b>			
Parámetros definidos por el usuario	Modelo	Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	
<b>Características</b>	Fabricante	Gamesa Electric	
	Voltaje de funcionam.	900-1300 V	Pnom unitaria 2500 kWac
<b>Paquete de inversores</b>	Núm. de inversores	16 unidades	Potencia total 40000 kWac
			Relación Pnom 1.25
<b>Factores de pérdida del conjunto FV</b>			
<b>Suciedad del conjunto</b>		Fracción de pérdidas	2.0 %
<b>Factor de pérdidas térmicas</b>	Uc (const)	29.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
<b>Pérdida óhmica en el Cableado</b>	Res. global conjunto	0.45 mOhm	Fracción de pérdidas 1.5 % en STC
<b>Pérdida Diodos en Serie</b>	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdidas 0.1 % en STC
<b>LID - "Light Induced Degradation"</b>			Fracción de pérdidas 2.0 %
<b>Pérdida Calidad Módulo</b>			Fracción de pérdidas -0.3 %
<b>Pérdidas de "desajuste" Módulos</b>			Fracción de pérdidas 0.4 % en MPP
<b>Pérdidas de "desajuste" cadenas</b>			Fracción de pérdidas 0.30 %

Pvsyst Licensed to Atalaya generacion (Spain)

Traducción sin garantía, sólo el texto inglés está garantizado.





PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

PVSYST V6.87

Atalaya generacion (Spain)

23/09/20

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

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

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.950	0.760	0.000

**Factores de pérdida del sistema**

Pérdida CA entre transfo e inversor	Voltaje de Red	30 kV		
	Conductores: 3x500.0 mm <sup>2</sup>	2430 m	Fracción de pérdidas	0.5 % en STC
Transformador externo	Pérdida hierro (Descon. nocturna)	49131 W	Fracción de pérdidas	0.1 % en STC
	Pérdidas Resistivas/Inductivas	183.2 mOhm	Fracción de pérdidas	1.0 % en STC

**Pérdidas auxiliares**                      Proporcional a la potencia    2.0 W/kW.. del umbral de potencia    0.0 kW



**PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp**  
Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 TITULARIA: VD03012-20A  
 DEFECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

PVSYST V6.87

Atalaya generacion (Spain)

23/09/20

**ANTERPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

**Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano**

Proyecto : **PFV EL BONETE**

Variante de simulación : **PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp - 450Wp 3H30 y 3H20 pitch10m**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso		
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico	100 %	
Orientación Campos	Seguidor, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo	LR4-72HPH-450M-new M	Pnom	450 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	111090	Pnom total	49991 kWp
Inversor	Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom	2500 kW ac	
Paquete de inversores	Núm. de unidades	16.0	Pnom total	40000 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

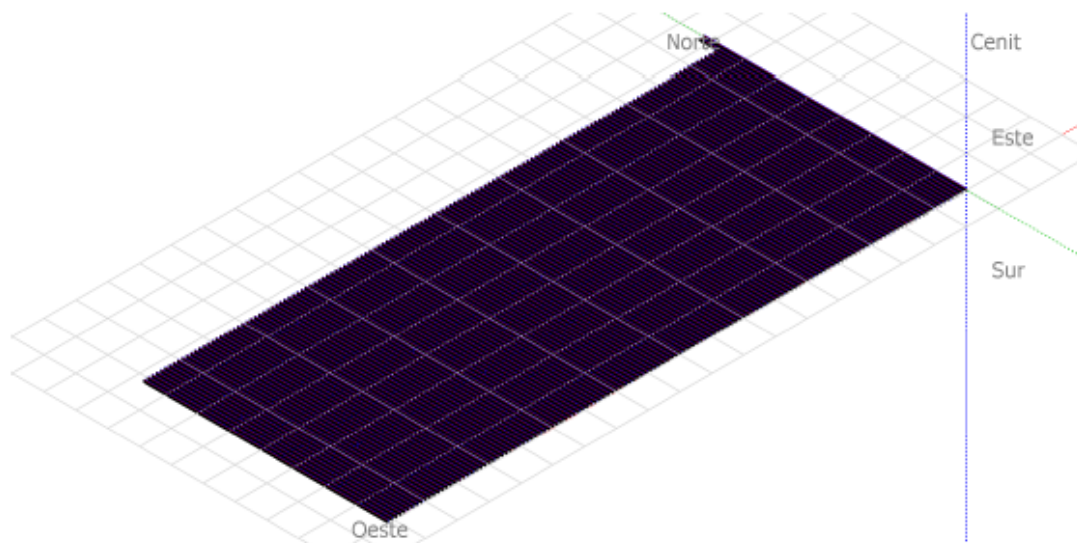
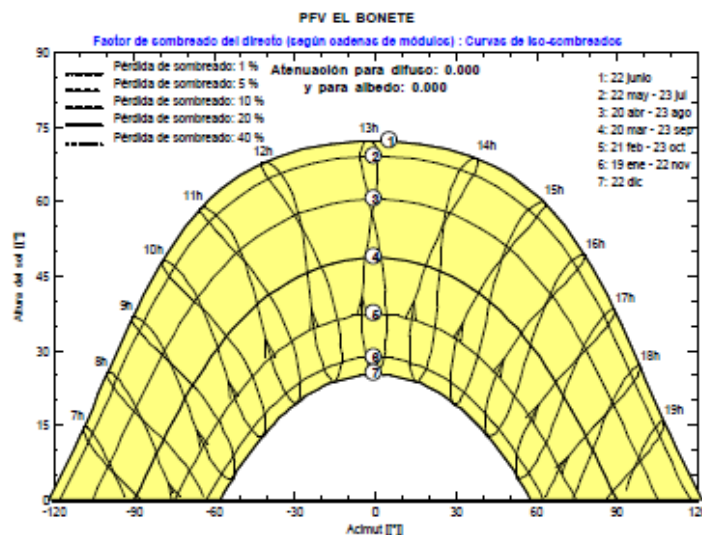


Diagrama de Iso-sombreados



Pvsyst Licensed to Atalaya generacion (Spain)

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO POR: VD03012-20A  
 FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

PVSYST V6.87	Atalaya generacion (Spain)	23/09/20	Anteproyecto VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN
--------------	----------------------------	----------	---

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : PFV EL BONETE

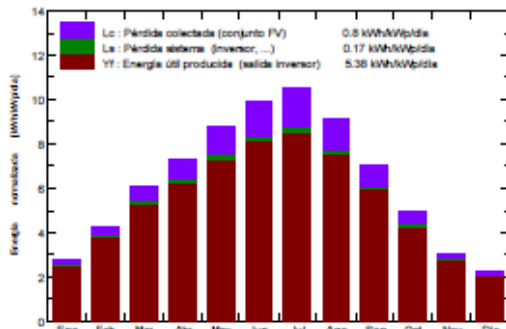
Variante de simulación : PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp - 450Wp 3H30 y 3H20 pitch10m

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso	
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico	100 %
Orientación Campos seguidores, eje inclinado, Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo LR4-72HPH-450M-new M	Pnom	450 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos 111090	Pnom total	49991 kWp
Inversor	Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom	2500 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades 16.0	Pnom total	40000 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

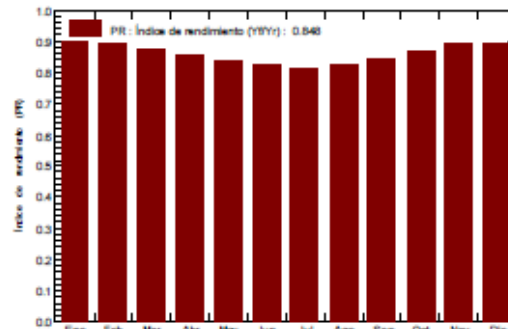
Resultados principales de la simulación

Producción del sistema	Energía producida	98193 MWh/año	Produc. específica	1964 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	84.76 %		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 49991 kWp



Índice de rendimiento (PR)



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp - 450Wp 3H30 y 3H20 pitch10m  
 Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	62.6	29.60	7.96	86.1	81.2	3993	3875	0.900
Febrero	85.5	34.28	8.25	119.0	112.6	5505	5344	0.899
Marzo	135.0	48.99	11.03	187.0	177.6	8455	8197	0.877
Abril	163.7	60.68	14.33	219.4	208.6	9673	9369	0.854
Mayo	202.6	70.63	18.13	273.1	259.7	11749	11387	0.834
Junio	216.4	64.94	22.76	295.7	282.1	12586	12212	0.826
Julio	235.0	58.44	25.80	325.6	311.2	13623	13221	0.812
Agosto	203.1	54.02	25.53	282.7	269.9	12030	11679	0.826
Septiembre	151.7	47.38	21.48	211.8	201.7	9197	8926	0.843
Octubre	109.5	39.26	17.11	153.6	145.9	6869	6672	0.869
Noviembre	68.1	29.82	11.22	92.9	87.8	4262	4134	0.890
Diciembre	53.6	26.73	7.55	70.7	66.6	3278	3178	0.899
Año	1686.7	564.76	15.98	2317.4	2204.9	101220	98193	0.848

Leyendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
	DiffHor	Irradiación difusa horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del conjunto
	T_Amb	T. amb.	E_Grid	Energía inyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	PR	Índice de rendimiento

Pvsyst Licensed to Atalaya generacion (Spain)

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



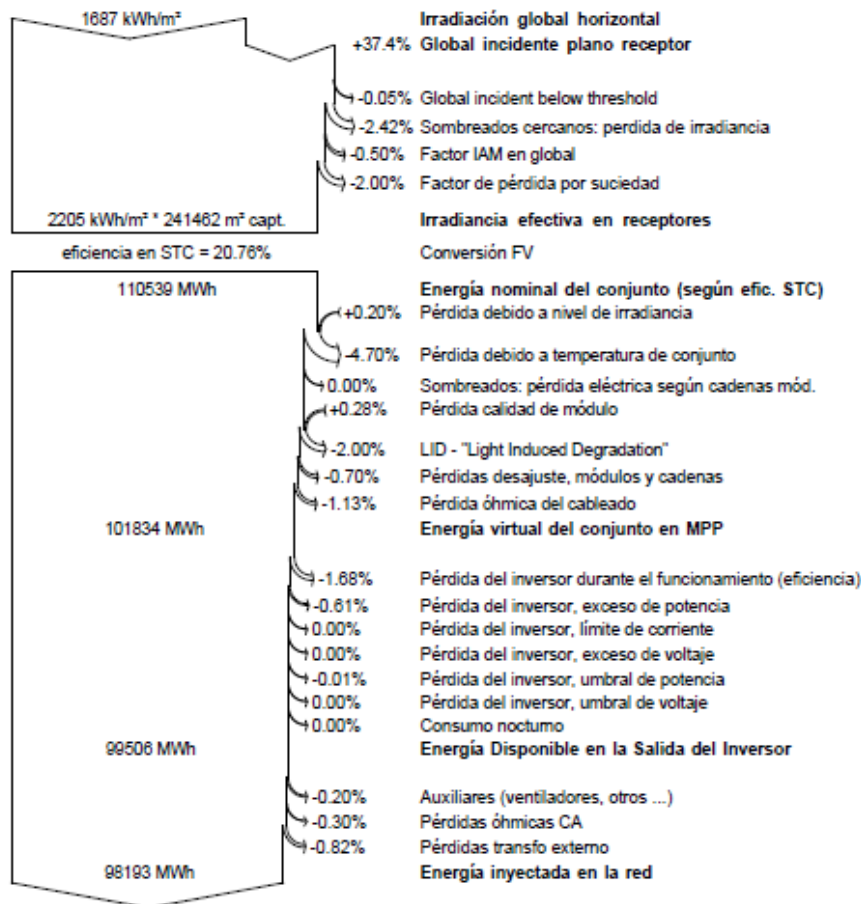
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : PFV EL BONETE

Variante de simulación : PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp - 450Wp 3H30 y 3H20 pitch10m

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico 100 %
Orientación Camposol	Seguidor, eje inclinado, Inclinación eje 0°	Acimut eje 0°
Módulos FV	Modelo LR4-72HPH-450M-new M	Pnom 450 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos 111090	Pnom total 49991 kWp
Inversor	Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom 2500 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades 16.0	Pnom total 40000 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	

Diagrama de pérdida durante todo el año





**PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp**  
Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 TITULARIA: VD03012-20A  
 FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

PVSYST V6.87	Atalaya generacion (Spain)	23/09/20	<b>ANTEPROYECTO</b> Página 66 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN
--------------	----------------------------	----------	---

**Sistema Conectado a la Red: CO2 Balance**

Proyecto : **PFV EL BONETE**

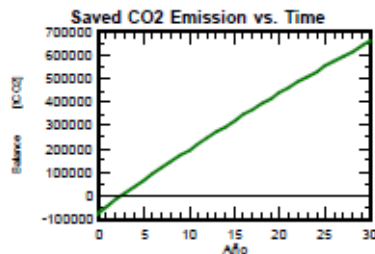
Variante de simulación : **PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp - 450Wp 3H30 y 3H20 pitch10m**

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso	
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico	100 %
Orientación Campos	Seguidor, eje inclinado, Inclinación eje	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo	LR4-72HPH-450M-new M	Pnom 450 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	111090	Pnom total 49991 kWp
Inversor	Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom	2500 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	16.0	Pnom total 40000 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Produced Emissions	Total:	73934.10 tCO2	
	Source:	Detailed calculation from table below	
Replaced Emissions	Total:	845439.6 tCO2	
	System production:	98192.76 MWh/año	Lifetime: 30 years
		Annual Degradation:	1.0 %
	Grid Lifecycle Emissions:	287 gCO2/kWh	
	Source:	IEA List	Country: Spain
CO2 Emission Balance	Total:	659624.6 tCO2	

**System Lifecycle Emissions Details:**

Item	Modules	Supports
LCE	1408 kgCO2/kWp	1.91 kgCO2/kg
Quantity	45612 kWp	5068000 kg
Subtotal [kgCO2]	64232481	9701622





# ANEJO 4

## Hojas de características



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
Anejo 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO .....	2
2. SEGUIDOR SOLAR .....	4
3. CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN .....	5
4. POWER STATION.....	7
5. INVERSOR.....	9
6. CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	12

# 1. MÓDULO FOTOVOLTAICO

## LR4-72HPH

# 425~455M

\*Both 6BB & 9BB are available

10-year Warranty for Materials and Processing;  
25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Hi-MO 4m

NEW

High Efficiency

Low LID Mono PERC with

Half-cut Technology

### Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC61730, UL161730  
ISO 9001:2008: ISO Quality Management System  
ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System  
TS62941: Guideline for module design qualification and type approval  
OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety



\* Specifications subject to technical changes and tests. LONGi Solar reserves the right of interpretation.

**Positive power tolerance** (0 ~ +5W) guaranteed

**High module conversion efficiency** (up to 20.9%)

**Slower power degradation** enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%, 0.55% year 2-25

**Solid PID resistance** ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

**Reduced resistive loss** with lower operating current

**Higher energy yield** with lower operating temperature

**Reduced hot spot risk** with optimized electrical design and lower operating current



Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China  
Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGI Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGI have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

20200220-Draft





PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

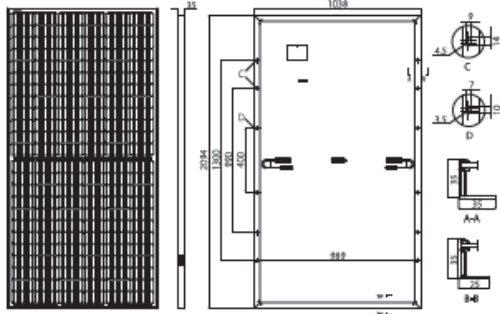
Anejo 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 TITULARIA: VD03012-20A  
 DEFECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**LR4-72HPH 425~455M** ANTEPROYECTO  
 VISADO NO VALIDO PARA EJECUCIÓN

**Design (mm) Mechanical Parameters Operating Parameters**



Cell Orientation: 144 (6x24)  
 Junction Box: IP68, three diodes  
 Output Cable: 4mm<sup>2</sup>, 300mm in length, length can be customized  
 Glass: Single glass  
 3.2mm coated tempered glass  
 Frame: Anodized aluminum alloy frame  
 Weight: 23.5kg  
 Dimension: 2094x1038x35mm  
 Packaging: 30pcs per pallet  
 150pcs per 20'GP  
 660pcs per 40'HC

Operational Temperature: -40°C ~ +85°C  
 Power Output Tolerance: 0 ~ +5 W  
 Voc and Isc Tolerance: ±3%  
 Maximum System Voltage: DC1500V (IEC/UL)  
 Maximum Series Fuse Rating: 20A  
 Nominal Operating Cell Temperature: 45±2°C  
 Safety Class: Class II  
 Fire Rating: UL type 1 or 2

**Electrical Characteristics** Test uncertainty for Pmax: ±3%

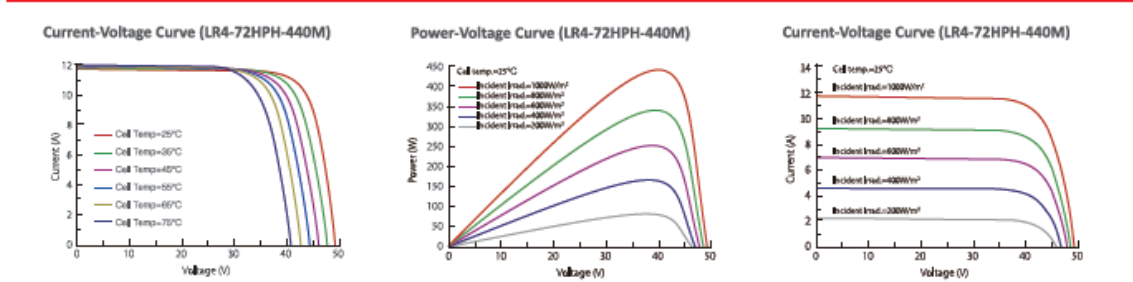
Model Number	LR4-72HPH-425M		LR4-72HPH-430M		LR4-72HPH-435M		LR4-72HPH-440M		LR4-72HPH-445M		LR4-72HPH-450M		LR4-72HPH-455M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	425	314.8	430	318.5	435	322.2	440	326.0	445	329.7	450	333.4	455	337.1
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.3	45.1	48.5	45.3	48.7	45.5	48.9	45.6	49.1	45.8	49.3	46.0	49.5	46.2
Short Circuit Current (Isc/A)	11.23	9.06	11.31	9.12	11.39	9.18	11.46	9.24	11.53	9.30	11.60	9.35	11.66	9.40
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.5	37.4	40.7	37.6	40.9	37.8	41.1	38.0	41.3	38.1	41.5	38.3	41.7	38.5
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.50	8.42	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75
Module Efficiency(%)	19.6		19.8		20.0		20.2		20.5		20.7		20.9	

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Spectra at AM1.5  
 NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Spectra at AM1.5, Wind at 1m/S

**Temperature Ratings ( STC ) Mechanical Loading**

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C	Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C	Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C	Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

**I-V Curve**



Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.826 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China  
 Tel: +86-21-80162606 E-mail: module@longi-silicon.com Facebook: www.facebook.com/LONGI Solar

Note: Due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be of modification accordingly. LONGI have the sole right to make such modification at anytime without further notice; Demanding party shall request for the latest datasheet for such as contract need, and make it a consisting and binding part of lawful documentation duly signed by both parties.

20200220-Draft

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJAAEJZRLL verificable en http://coiliar.e-visado.net

## 2. SEGUIDOR SOLAR

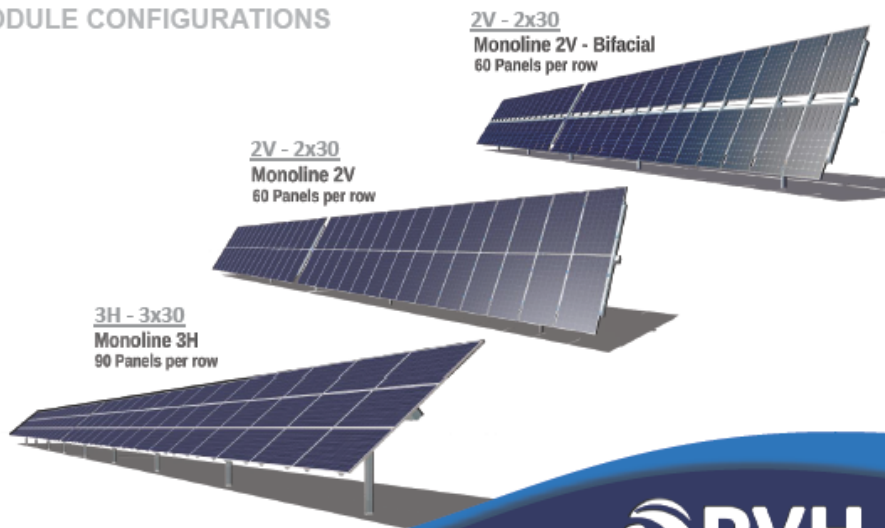


# TECHNICAL DATASHEET

### STRUCTURAL & MECHANICAL SPECIFICATIONS

Tracker Type	Horizontal Single-Axis
Rotational Range	+/-60°
Motor Type	DC Motor
Grade Tolerances	N-S: 8%, 14% Optional E-W: Unlimited%
Module Configuration	Two modules in portrait (30x2) / Three modules in landscape (30x3)
Structural Materials	Hot-dipped Galvanized Steel per ASTM A123 or ISO 1461
'Storm Alarm' Detection System for Sustained High Winds	Yes (from +/-55° to stow, in less 5 minutes)
Wind Speed Sensors	Ultrasonic Anemometer
Solar Tracking Method	Astronomical algorithm
Backtracking	Yes
In-field Fabrication Required	No
On-site Training and Commissioning	Yes, included in tracker supply
Standard Warranties	Structure: 10 years   Electromechanical components: 3 years
Certifications	USA: UL508 ASCE 7-10, UL3703 includes UL2703 Europe: CE, IEC TS62727
Structural Adaptation to Local Codes & Requirements	Verified by third-party structural engineers

### MODULE CONFIGURATIONS



### CONTACT INFORMATION

EMILIO JOSÉ GARCÍA

Parque Omega, Edificio A  
Avda. Barajas 32  
28108 Alcobendas, Madrid (Spain)  
(+34) 918 310 013

[emilio.contact@pvhardware.es](mailto:emilio.contact@pvhardware.es)

### 3. CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

#### SMA STRING-COMBINER



#### Robust

- Stable housing made of glass-fiber-reinforced polyester
- Indoor and outdoor installation possible thanks to IP54 degree of protection

- Can be operated at ambient temperatures of -25°C to 60°C and at altitudes of up to 4000 m above MSL

#### Easy to Use

- Easy to install thanks to its compact structure and low weight
- Integrated DC load-break switch for ultra-high safety

#### Versatile

- For PV array voltages of 1000 V and 1500 V
- Collection and safeguarding of 16, 24 or 32 strings for flexibility during the system design phase

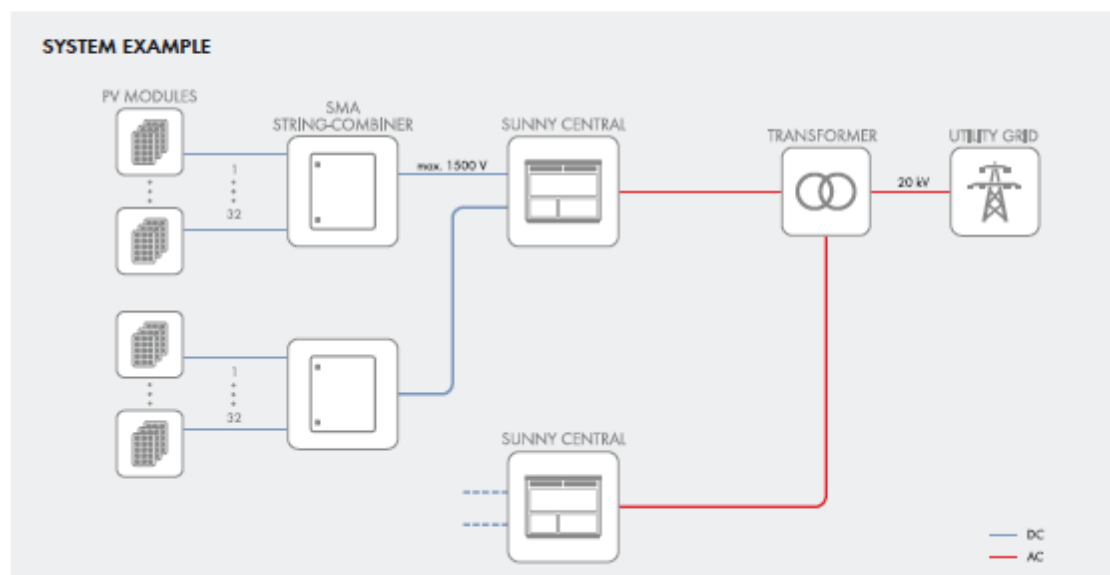
### SMA STRING-COMBINER

For safe collection of all strings in the PV field

The boxes can be installed quickly, safely and easily both indoors and outdoors thanks to their compact dimensions, while their robust enclosure guarantees durability and reliable safety in the PV field. The SMA String-Combiners with 24 and 32 string inlets are fitted with two cable outlets per pole as standard and cover – just like the Combiner with 16 string inlets – a sealing range of 17 to 38.5 millimeters. Cables with cross-sections of 70 to 400 mm<sup>2</sup> can be inserted.

## SMA STRING-COMBINER for 1500 V<sub>DC</sub> systems

Technical Data	DC-CMB-U13-16	DC-CMB-U13-24	DC-CMB-U13-32
Input (DC)			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*	10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
Output (DC)			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester	Type 2, In = 15 kA; I <sub>max</sub> = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm <sup>2</sup> to 400 mm <sup>2</sup>		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
Enclosure / Ambient Parameters			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 60529)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
Standards			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			



## 4. POWER STATION



## Gamesa E-PV Stations Containerized metallic solutions 1500 Vdc

Gamesa E-PV Station 5.0-5.2 MVA is an integral PV solution, plug & play, with customized power from 5.0 MVA to 5.2 MVA. This solution is available in a 40 ft container cooled through natural ventilation. It is a compact solution which satisfies the current market needs, designed for plants which operate under extreme environmental conditions, with DC voltages up to 1,500 V. In addition, these solutions integrate all the necessary equipment for the energy transformation generated from the PV panels to the electrical grid. It includes two Gamesa E-2.5 MVA-SB-I inverters, and a MV solution composed of a hermetically sealed transformer up to 5.2 MVA and a MV switchgear up to 38 kV, placed in different compartments. It provides a Modbus TCP/IP communications system for its connection to the control plant system and both monitoring and SCADA systems. This turnkey solution can be used around the world under demanding ambient temperatures, up to 50°C (60°C with derating), for different grid voltage levels of large utility scale PV plants.

The containers employed include CSC certificate, thereby they are compatible for maritime transport, enabling their marketing and installation anywhere in the World. The solution represents a MV center compound of three differentiated walk-in compartments, inverters zone, transformer zone and MV switchgear zone. The Gamesa

E-PV Station design allows the access to all these elements, for operation and maintenance works, under the strictest conditions in terms of health and safety for the OEM technicians. The access to the transformer compartment is conditioned to the MV switchgear grounding, which provides greater safety. The container is thermally insulated, both on its side walls and roof through polyurethane panels, and the insulation has a fire class according to the applicable standards.

In a completely analogous way, we complement our portfolio with Gamesa E-PV Stations in a 20ft container including one Gamesa E-2.5 MVA-SB-I inverter, and a MV solution composed of a hermetically sealed transformer up to 2.6 MVA and a MV switchgear up to 38 kV. We can either use the Gamesa E-2.5 MVA-SB-I inverter or the Gamesa E-2.25 MVA-SB-I inverter both in our 40ft or 20ft containers. This way we offer a set of metallic Gamesa E-PV Stations in 1500Vdc ranging from 2.2 MVA to 5.2 MVA.

All our Gamesa E-PV Stations can be customized to the specific environmental conditions of the destination site, as well as to the customer specification and/or local technical regulations, regarding aspects like signals to monitor, back-up UPS, additional protections like motorized MV protection switchgear or many other customization packages.



PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

Anejo 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO POR: VD03012-20A  
 FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**


**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN


**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

	<b>Gamesa E-PV Station 5.0-5.2 MVA</b>	<b>Gamesa E-PV Station 2.5-2.6 MVA</b>
<b>DC Input</b>		
Recommended PV-Power	6,500 kWp	3,250 kWp
Number of Independent MPPT	2	1
DC voltage range (MPPT)	900-1,300 V	900-1,300 V
DC voltage range (1)	900-1,500 V	900-1,500 V
Max. DC current (@50°C)	2,823 A per inverter	2,823 A per inverter
Max. DC current (@40°C)	2,880 A per inverter	2,880 A per inverter
Max. DC current (@25°C)	2,936 A per inverter	2,936 A per inverter
Max. DC short-circuit current	3,600 A per inverter	3,600 A per inverter
Number of DC ports	Up to 48	Up to 24
Max fuses	250...400 A	250...400 A
Max. cross section per pole	Up to 2 x 300 mm <sup>2</sup>	Up to 2 x 300 mm <sup>2</sup>
Energy production form	0,5% Pn approx.	0,5% Pn approx.
<b>AC Output</b>		
AC Power @ PF=1, 25°C	5,200 kVA	2,600 kVA
AC Power @ PF=1, 40°C	5,100 kVA	2,550 kVA
AC Power @ PF=1, 50°C	5,000 kVA	2,500 kVA
Number of phases	3	3
AC rated voltage	10... 34.5 kV	10... 34.5 kV
AC voltage range	-10% / +10%	-10% / +10%
Frequency	47.5...53/57...63 Hz	47.5...53/57...63 Hz
MV Switchgear	0LTV/ 1LTV/ 2LTV SF6 Isolated	0LTV/ 1LTV/ 2LTV SF6 Isolated
Transformer vector group	Dy11 <sup>1)</sup>	Dy11 <sup>1)</sup>
Transformer type	KNAN / ONAN hermetically sealed	KNAN / ONAN hermetically sealed
Max. cross section per phase MV	1 x 630 mm <sup>2</sup>	1 x 630 mm <sup>2</sup>
Max. AC current per phase (@50°C)	2,300 Arms	2,300 Arms
Total Harmonic Distortion (THD)	<3%@Sn	<3%@Sn
Power factor	0...1	0...1
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency	99.0 %	99.0 %
Max. Euro-efficiency	98.8 %	98.8 %
<b>Environmental conditions</b>		
Operation temperature	-20°C to 60°C with derating and -20 °C to 50°C (optional -40°C) without derating	-20°C to 60°C with derating and -20 °C to 50°C (optional -40°C) without derating
Max. relative humidity (w/o cond.)	95%	95%
Max. air consumption 50/60 Hz	23,000 m <sup>3</sup> approx.	11,600 m <sup>3</sup> approx.
Max. altitude (without derating)	2,000 m	2,000 m
<b>General data</b>		
Dimensions (H x W x D)	40"HC (2,896 x 12,192 x 2,435 mm)	20"HC (2,896 x 6,058 x 2,435)
Weight	21,000 kg	14,000 kg
Material	Thermal insulation on walls and roof through polyurethane. Fire reaction classification C-s3, d0 to B-s2, d0. Fire protection between transformer and switchgear compartments IE60/90	Thermal insulation on walls and roof through polyurethane. Fire reaction classification C-s3, d0 to B-s2, d0. Fire protection between transformer and switchgear compartments IE60/90
Ingress protection	Up to IP 53 (inverter and MV switchgear compartments). IP 10 (transformer compartment)	Up to IP 53 (inverter and MV switchgear compartments). IP 10 (transformer compartment)
Protection against corrosion category	C4 H	C4 H
Protection against corrosion category for the transformer	C3 (consult another options)	C3 (consult another options)
Stand-by consumption	< 200 W per inverter	< 200 W per inverter
Average consumption in operation	2,700 W per inverter	2,700 W per inverter
Auxiliary source for self-consumption	3 kVA per inverter	3 kVA per inverter
Smoke detectors	Yes	Yes
Emergency lighting	Yes	Yes
Indoor lighting	Yes	Yes
Cooling	Natural air	Natural air
AC Protections	AC Voltage protection (optionally motorized AC Circuit Breaker) Anti-islanding / Grid voltage fluctuations / Frequency failures / Asymmetrical current / Galvanic isolation	AC Voltage protection (optionally motorized AC Circuit Breaker) Anti-islanding / Grid voltage fluctuations / Frequency failures / Asymmetrical current / Galvanic isolation
DC protections	DC Voltage protection (Motorized DC disconnect switch) DC overvoltage protection (Type II) DC Isolation monitoring	DC Voltage protection (Motorized DC disconnect switch) DC overvoltage protection (Type II) DC Isolation monitoring
Standards	IEC62271-202 / IEC62271-200 / IEC60076 / IEC61439-1 IEC 61000-6-2 (Electromagnetic compatibility (EMC)) UNE-EN 55011:2016 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2 IEC 62116 / IEC 61683 / CE Marking. For another standards fulfilment, please consult with Gamesa Electric	IEC62271-202 / IEC62271-200 / IEC60076 / IEC61439-1 IEC 61000-6-2 (Electromagnetic compatibility (EMC)) UNE-EN 55011:2016 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2 IEC 62116 / IEC 61683 / CE Marking. For another standards fulfilment, please consult with Gamesa Electric

(1) DC Voltages below 900 V are also possible; consult Gamesa Electric.


## 5. INVERSOR



 GamesaElectric

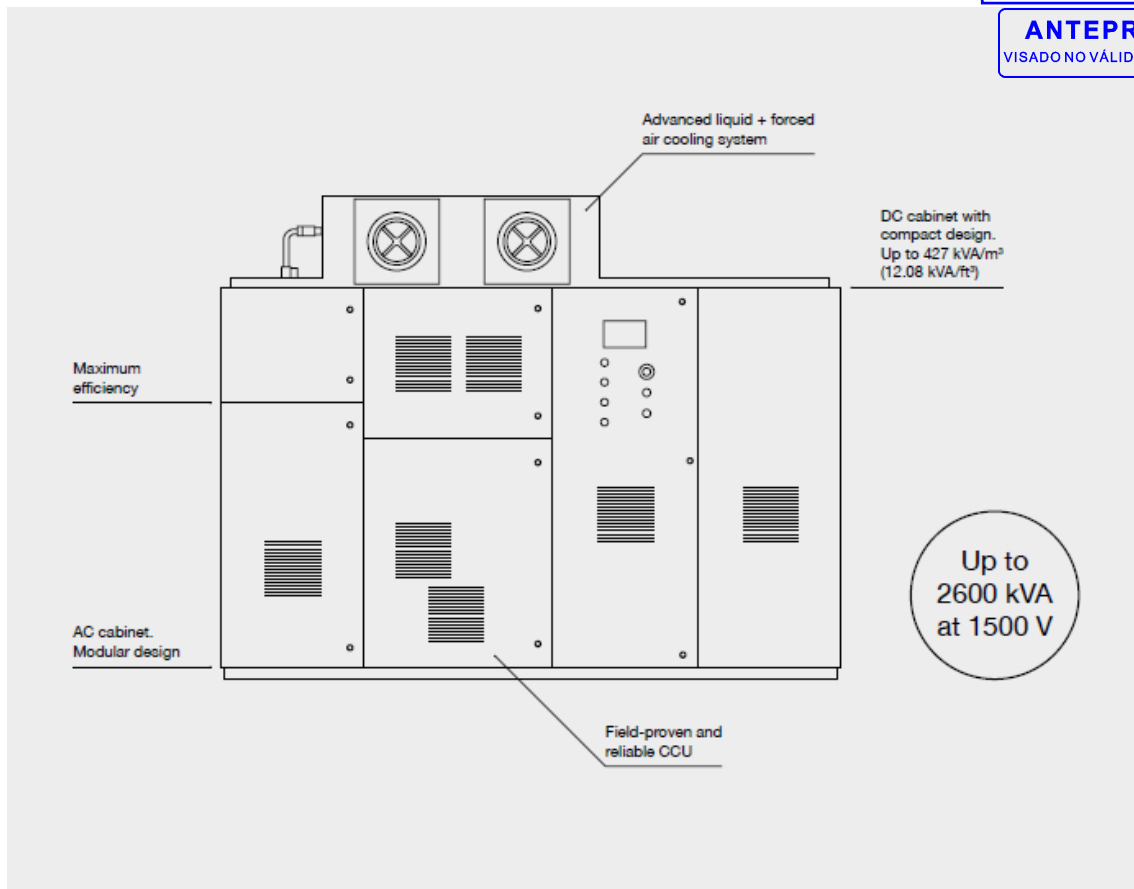
# Gamesa Electric PV 2X series PV Inverters

Efficiency and reliability  
with optimum grid compliance



2020 | Datasheet

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAAAEJZSRLL verificable en <http://coiilar.e-visado.net>



## Gamesa Electric PV 2250/2500 Photovoltaic Inverter

	<b>Maximum energy production</b>	Market leading energy efficiency of 99.1% (IEC 61683)	Up to 50°C (122°F) and 2000 m (6561 ft) with no power derating	Enhanced MPPT algorithm to achieve outstanding MPPT efficiency values at static and dynamic states
	<b>Reliability</b>	Smart liquid & air cooling system that allows critical components to work at temperature level far below the limit, ensuring product life span	Tier I suppliers for critical components with best-in-class MTBF values	"Easy to support" concept, with heavy components in removable trays, reducing maintenance and repair time (MTTR)
	<b>Grid compliance</b>	An extensive list of grid-code compliances, including the most demanding ones, such as Germany, Mexico, South Africa and more	Full operating range reactive power supply for both day and night operation through the so-called Statcom mode	Non-characteristic harmonics cancellation over distorted and unbalanced grids





## PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

### Anejo 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO

VISADO POR: VD03012-20A  
DEFECHA: 05/10/2020

E-VISADO

ANTEPROYECTO  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

	PV 2350	PV 2475	PV 2600	PV 2250	PV 2400	PV 2500
<b>DC Input</b>						
Ratio DC/AC	127% (up to 177% upon request) <sup>(1)</sup>			129% (up to 179% upon request) <sup>(1)</sup>		
Max. DC Current @25°C [77°F]	2 x 1468 A			2 x 1460 A		
Max. DC Current @40°C [104°F]	2 x 1440 A			2 x 1440 A		
Max. DC Current @50°C [122°F]	2 x 1412 A			2 x 1400 A		
Maximum Short-circuit Current, I <sub>sc</sub> PV	2 x 1800 A (up to 2 x 2500 A upon request) <sup>(2)</sup>					
DC Voltage range	820 - 1500 V	860 - 1500 V	900 - 1500 V	820 - 1500 V	860 - 1500 V	900 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT	820 - 1300 V	860 - 1300 V	900 - 1300 V	820 - 1300 V	860 - 1300 V	900 - 1300 V
Nr of DC ports	max 16 fuse +/- monitored max 18 fuse + monitored (up to max 24 fuse +/- monitored upon request) <sup>(3)</sup>					
Fuse Dimensions	160 A to 500 A					
Max. Wire Cross Section per DC Input	1 x 500 mm <sup>2</sup> or 2 x 300 mm <sup>2</sup>					
MPPT	1					
Energy Production from	0.5% P <sub>n</sub> approx.					
<b>AC Output</b>						
Nominal AC Power @25°C [77°F]	2363 kVA	2480 kVA	2600 kVA	2270 kVA	2386 kVA	2500 kVA
Nominal AC Power @40°C [104°F]	2315 kVA	2430 kVA	2550 kVA	2136 kVA	2240 kVA	2350 kVA
Nominal AC Power @50°C [122°F]	2273 kVA	2385 kVA	2500 kVA	2045 kVA	2147 kVA	2250 kVA
Maximum Output AC Current	2273 A		2185 A			
Nominal AC Voltage	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms
Max. Wire Cross Section per AC Output Phase	4 x 240 mm <sup>2</sup> (optional 5 x 240 mm <sup>2</sup> )					
AC Power Frequency	50 / 60 Hz					
THD of AC Current	< 3%					
Reactive Power Range	Any					
<b>Efficiency</b>						
Max. Efficiency	99.1%			99.1%		
Euro-efficiency	98.8%					
Stand-by power consumption	< 200 W					
<b>Protective Devices</b>						
DC Input	Fuse and motorized load switch					
AC Input	Motorized circuit breaker					
Ovenvoltage Protections AC	Type 1 + 2 SPD					
Ovenvoltage Protections DC	Type 1 + 2 SPD					
<b>Communications</b>						
Control	Modbus TCP / IP (Other upon request)					
Monitoring	Modbus TCP / IP					
<b>Other Features</b>						
LVRT	Yes					
HVRT	Yes					
Working Ambient Temperature*	-20°C / +60°C (-4°F / +140°F)					
Relative Humidity	95% (without condensation)					
Max. Altitude (whitout derating)**	2000 m (6561 ft)					
Dimensions (width x height x depth)	2800 x 2230 x 975 mm (110.2 x 87.8 x 38.4")					
Weight	2400 kg (5290 lb)					
Protection	IP20					
Cooling	Liquid & forced air					
<b>Main Standards</b>						
IEC 62109-1	IEC 61683	C22.2 No 107.1-01:2001			Optional	
IEC 62109-2	IEEE 519	AUS: AS 4777.2: 2015			Advanced grounding kit	
IEC 61000-6-2	IEEE 1547	INDIA: CEA 6th February, 2019			Touch Display (HMI - Human Machine Interface)	
EN 55011:2016	USA: UL 1741-SA	IEC TS 62910:2015			Current Monitoring of DC Inputs	
IEC 62116	UL62109					

<sup>(1)</sup> This feature is available in product configuration with DC cabinet upgrade  
<sup>\*</sup> With derating from 25°C / 77°F  
<sup>\*\*</sup> Up to 4000 m (13123 ft) with derating as optional



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJAAAEJZRLL verificable en http://coiilar.e-visado.net

## 6. CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

POWER ELECTRONICS

### PPC

UTILITY SCALE POWER PLANT CONTROLLER

Power Electronics experience in integrating its products into different global electrical networks enables us to offer a set of solutions that can be customized to your requirements to control different sources of energy into the same grid. The integration of an alternative power source creates an unprecedented opportunity to reduce operational costs to off-grid industrial and commercial facilities.



### TECHNICAL CHARACTERISTICS

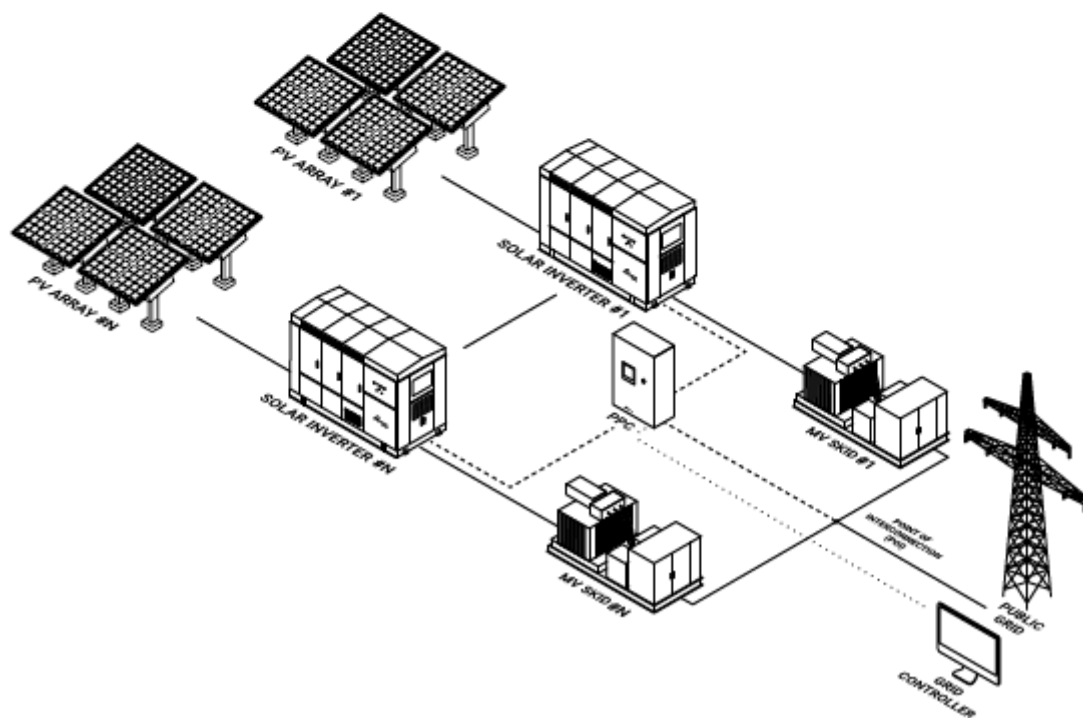
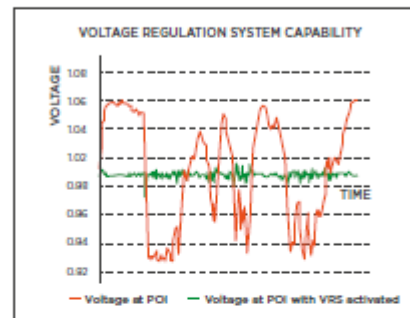
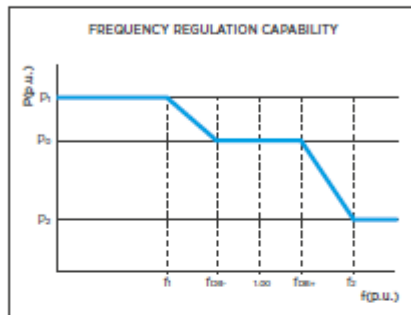
<b>GENERAL DATA</b>	Dimensions (WxDxH) mm	415 x 230 x 515
	Weight (kg)	10
	Mounting system	Wall mounted
	Compatible Inverters	HE, HEC, HEM, HEMK and Freemaq PCS
	Power Supply	250W
<b>I/O and COMMUNICATIONS<sup>[1]</sup></b>	4 x Digital Inputs	Programmable inputs and active high (24Vdc). Optically isolated.
	1 x RS485 Port	3 wires (GND,A,B), Modbus RTU
	1 x USB Port	PC connectable using a master Modbus configurator (ModScan or similar). Reserved for TS.
	1 x CAN Port	3 wires (L0, GND, HI), Modbus RTU
	1 x Ethernet Port (RJ45)	Modbus TCP/IP
<b>ENVIRONMENTAL CONDITIONS</b>	Operation Temperature	0~50°C (32~122°F)
	Storage temperature	-20~80°C (-4~176°F)
	Humidity	5-95% non-condensing
	Degree of protection	IP42
<b>CERTIFICATIONS</b>	CE	
<b>OTHERS</b>	Web interface for local and remote monitoring	
	Customized solution	

[1] Communication ports can be customised depending on PV plant design without prior notice.

## DYNAMIC GRID SUPPORT

The Power Electronics Power Plant Controller is a device used to manage PV plants in order to comply with all the utility and customer requirements, thanks to its fast and flexible control algorithms. The PPC helps the grid controller to manage the performance of the PV plant, guaranteeing grid quality requirements.

The PPC includes the latest utility interactive specifications to support the grid, by controlling the reactive and active power at the POI with a fast response time. This flexible plant control device allows the user to customize the unit, in order to comply with any grid code standards and regulations.



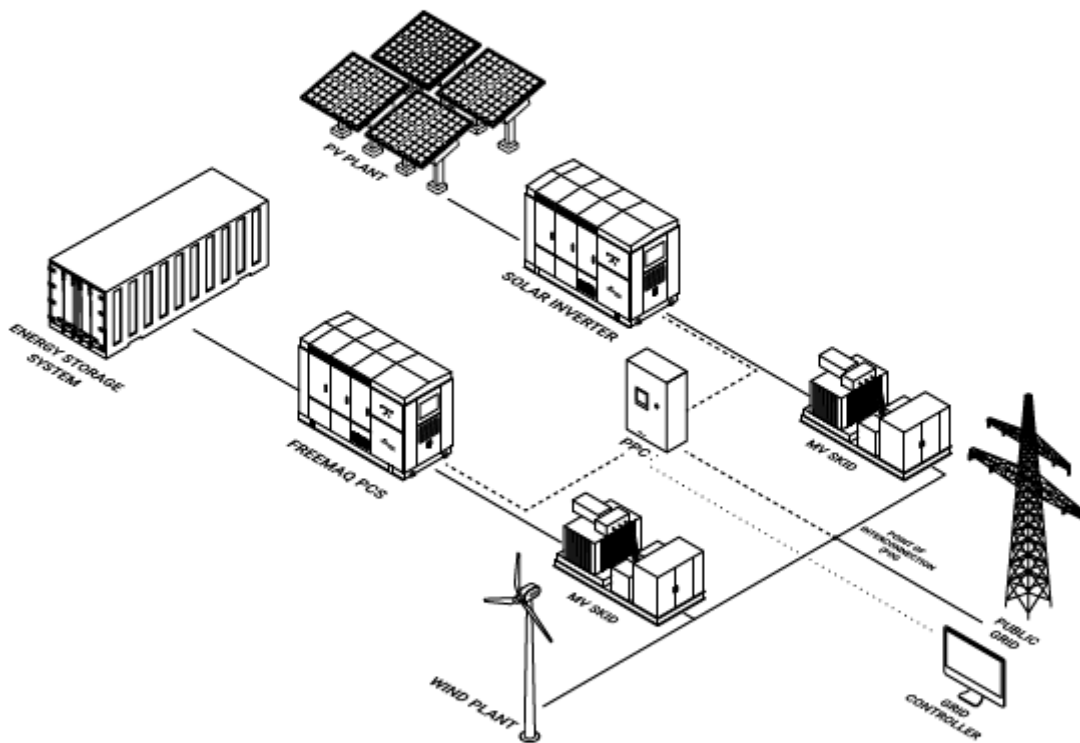
POWER ELECTRONICS

## POWER PLANT CONTROLLER

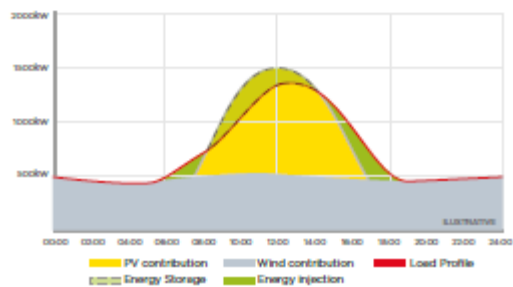
The Power Plant Controller (PPC) can be the main governor of the most complex Multi PCS systems by monitoring the point of interconnection (POI) and at the same time controlling the power generation and storage equipment.

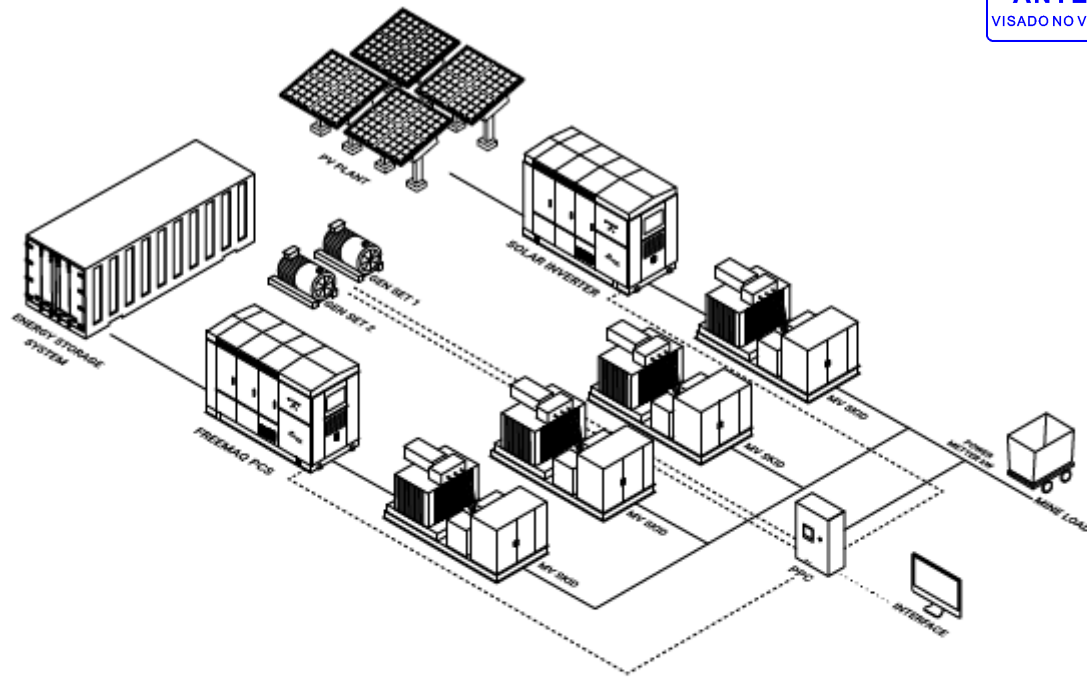
The PPC is equipped with the latest PLC based microprocessor that interacts through the programmable digital/

analogue signals and communication ports (Modbus TCP). The PPC together with the Freesun solar inverter or the Free-maq series can be customized for those countries (Puerto Rico, Hawaii...) that require full compliance to stringent dynamic grid support response at POI.

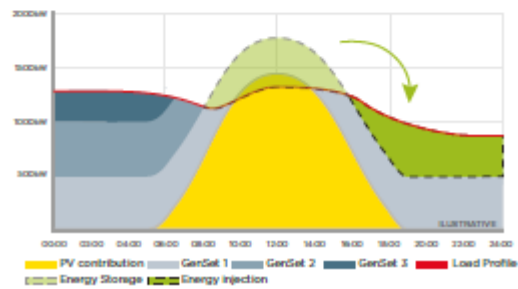


- PPC main governor and interface of the system.
- Multiple renewable power sources: solar, wind, etc.
- Centralized dynamic grid support at POI.
- Power smoothing – Enable ramp rate control.
- Storage equipment control.





- PPC main governor and interface of the system.
- Multiple GenSets and storage equipment control.
- Centralized dynamic grid support at POI.
- Power shaping - Enhanced broad implementation of decentralized PV.
- Power smoothing – Enable ramp rate control.





---

# ANTEPROYECTO

## PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

### DOCUMENTO 3: PLANOS

Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel)

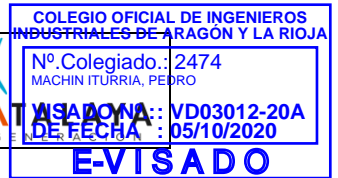
---



*En Zaragoza, septiembre de 2020*

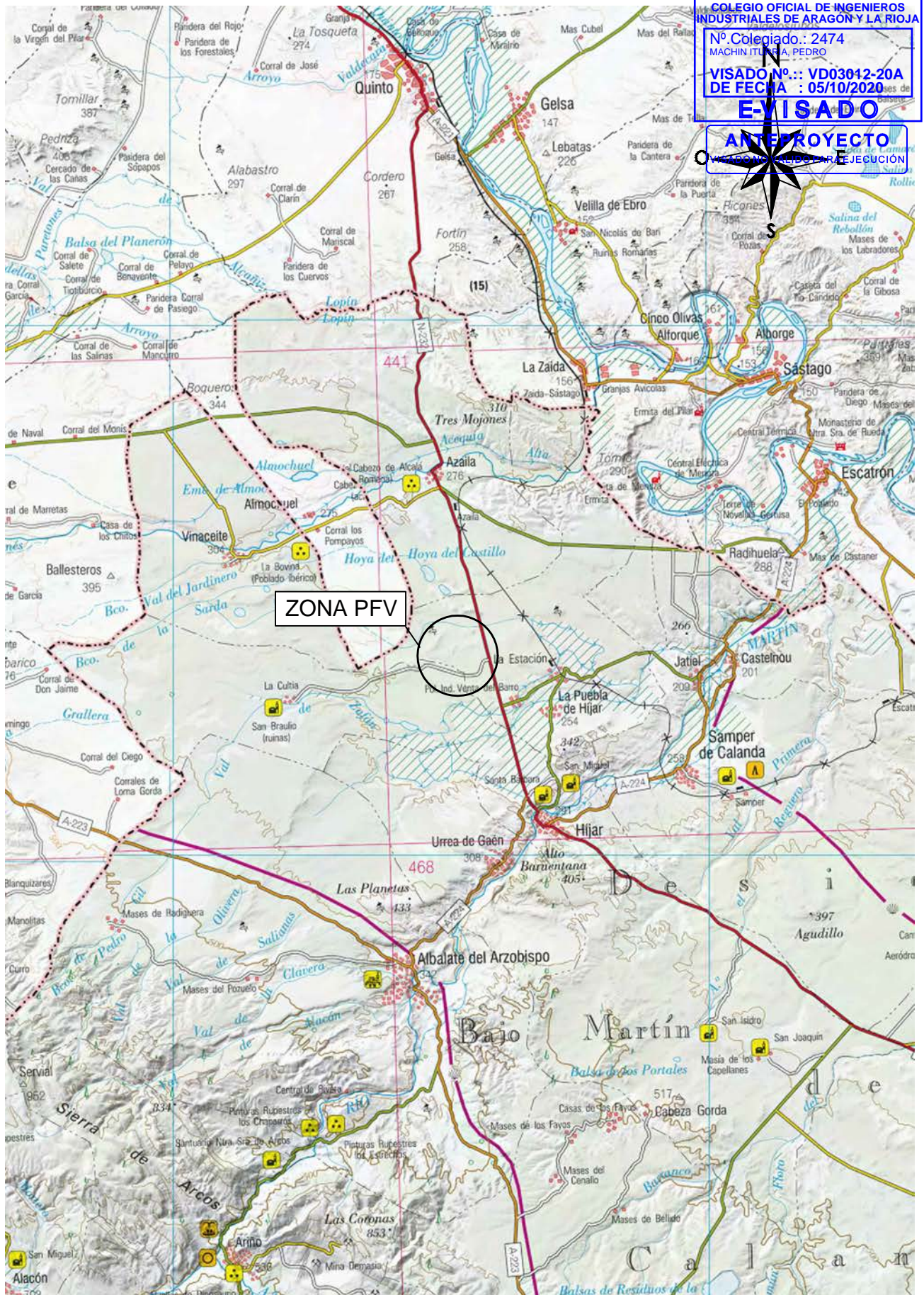


PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp  
03. Planos



## ÍNDICE




1. Situación
2. Emplazamiento
3. Planta general
4. Ortofoto
5. Parcelario
6. Afecciones
7. Sección tipo viales
8. Sección tipo zanjas
9. Unifilares
10. Vallado



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado.: 2474  
 MACHÍN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03012-20A  
 DE FECHA.: 05/10/2020

**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 PARA SU PRESENTACIÓN Y EJECUCIÓN

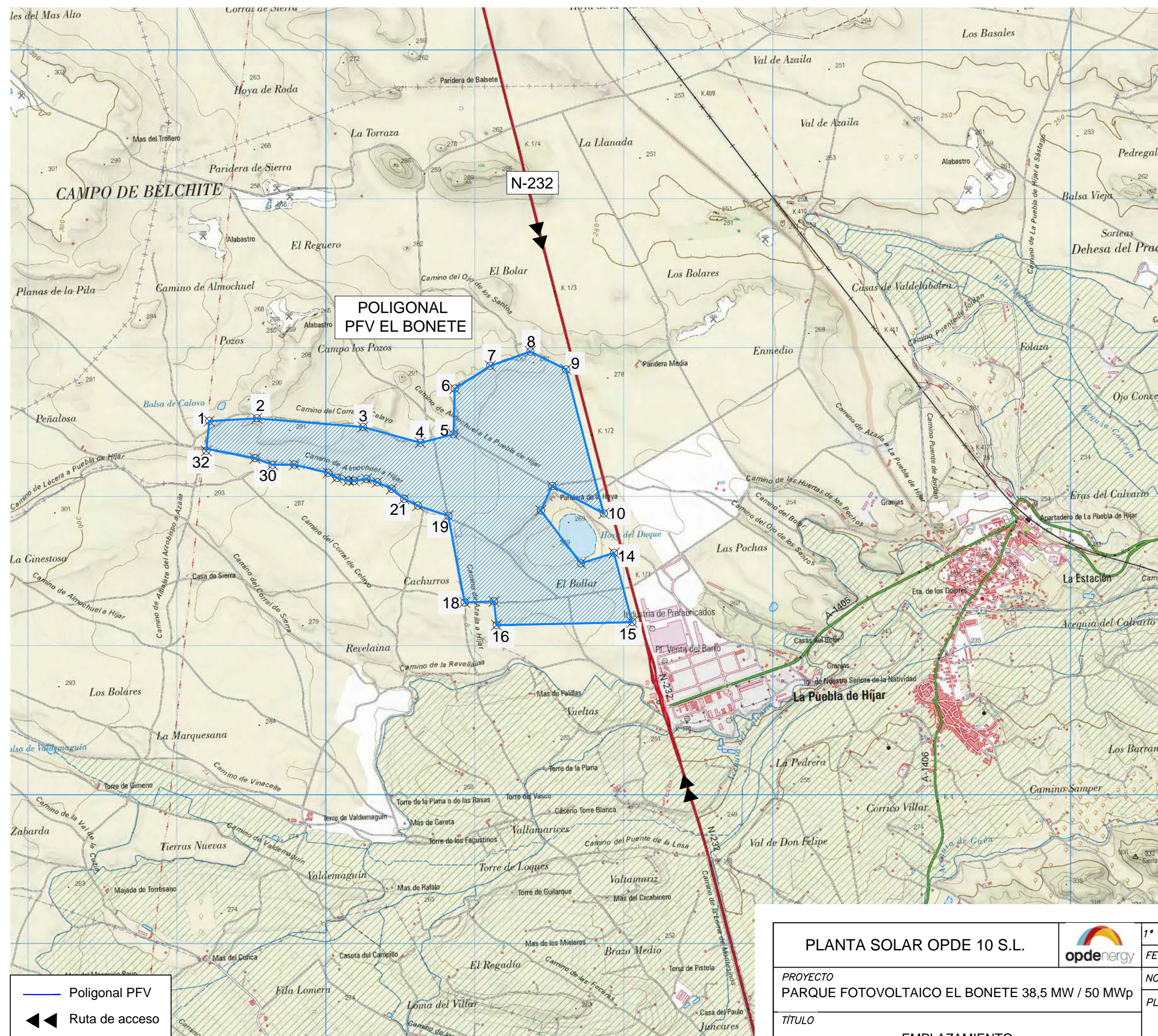
ZONA PFV

<p>PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.</p>		<p>1ª EMISIÓN</p>	<p>DIBUJADO</p>	<p>COMPROB.</p>	
<p>PROYECTO</p>		<p>FECHA</p>	<p>SEPT. 2020</p>	<p>SEPT. 2020</p>	<p>PEDRO MACHÍN ITURRIA        INGENIERO INDUSTRIAL        Colegiado n.º 2474</p>
<p>PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp</p>		<p>NOMBRE</p>	<p>RRM</p>	<p>APS</p>	
<p>TÍTULO</p>		<p>PLANO N</p>	<p>HOJA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>1 : 200.000</p>
<p>SITUACIÓN</p>		<p>1</p>			

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAAEJZRLL verificable en http://coiilar.e-visado.net



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado: 2474  
 MACHÍN ITURRIA, PEDRO  
**VISADO Nº.: VD03012-20A**  
**DE FECHA: 05/10/2020**  
**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



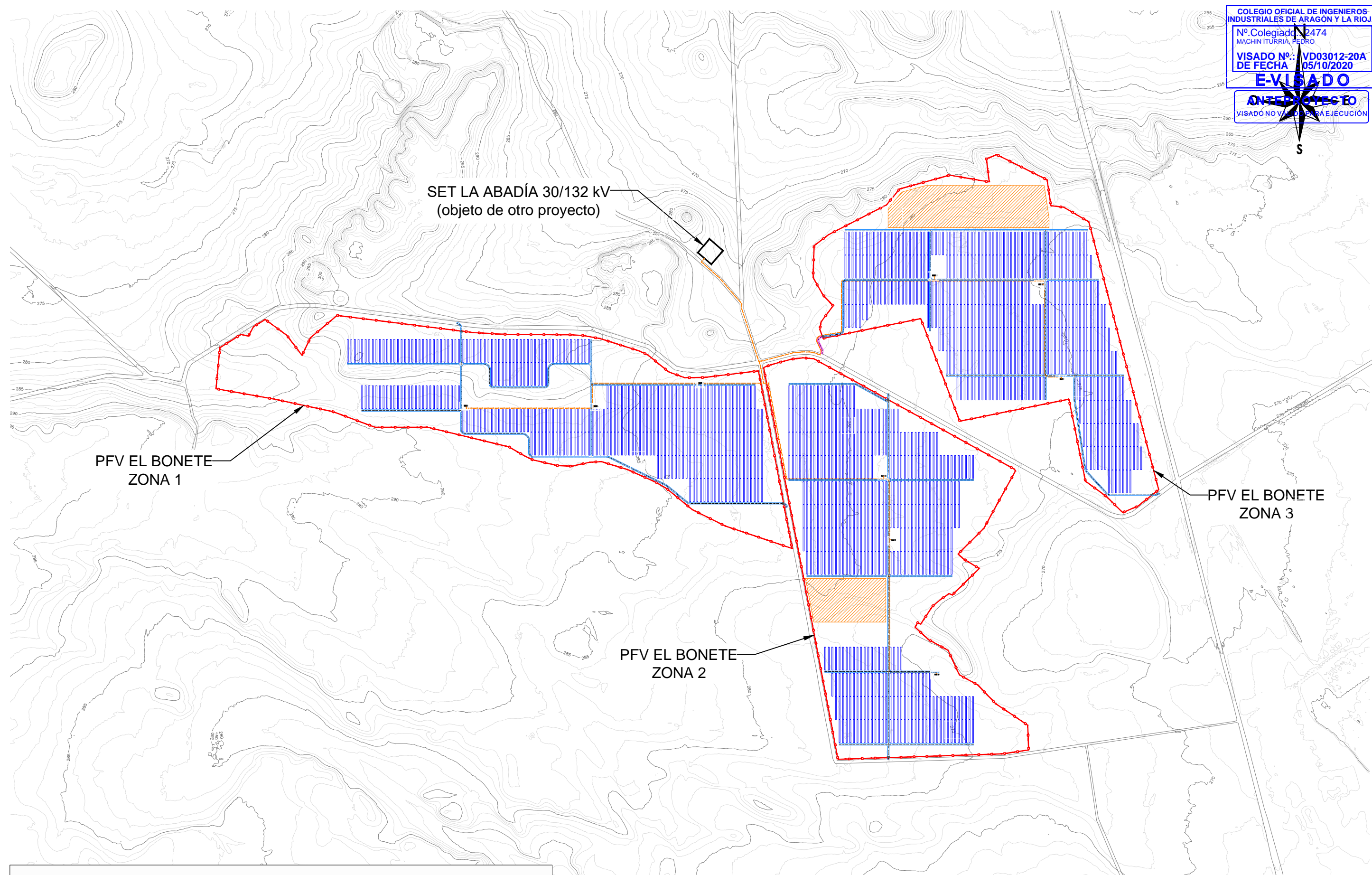
**POLIGONAL PFV EL BONETE**  
 Coordenadas UTM ETRS 89 30N

Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	709.218	4.567.507
2	709.537	4.567.525
3	710.250	4.567.467
4	710.636	4.567.361
5	710.858	4.567.418
6	710.867	4.567.724
7	711.105	4.567.877
8	711.374	4.567.973
9	711.615	4.567.854
10	711.867	4.566.885
11	711.522	4.567.070
12	711.445	4.566.906
13	711.714	4.566.551
14	711.937	4.566.620
15	712.058	4.566.156
16	711.148	4.566.136
17	711.130	4.566.295
18	710.933	4.566.289
19	710.823	4.566.870
20	710.619	4.566.939
21	710.527	4.566.984
22	710.442	4.567.051
23	710.346	4.567.096
24	710.274	4.567.118
25	710.191	4.567.105
26	710.151	4.567.107
27	710.076	4.567.124
28	710.016	4.567.159
29	709.789	4.567.214
30	709.643	4.567.213
31	709.525	4.567.257
32	709.199	4.567.321

<b>PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.</b> 	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PROYECTO <b>PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp</b>	NOMBRE	RRM	APS	
TÍTULO	PLANO N	HOJA	ESCALA	
EMPLAZAMIENTO	2		1 : 25.000	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJZAEJZSRLL verificable en http://coiilar.e-visado.net

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado: 2474  
 MACHÍN ITURRIA PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03012-20A  
 DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



PFV EL BONETE  
ZONA 1

SET LA ABADÍA 30/132 kV  
(objeto de otro proyecto)

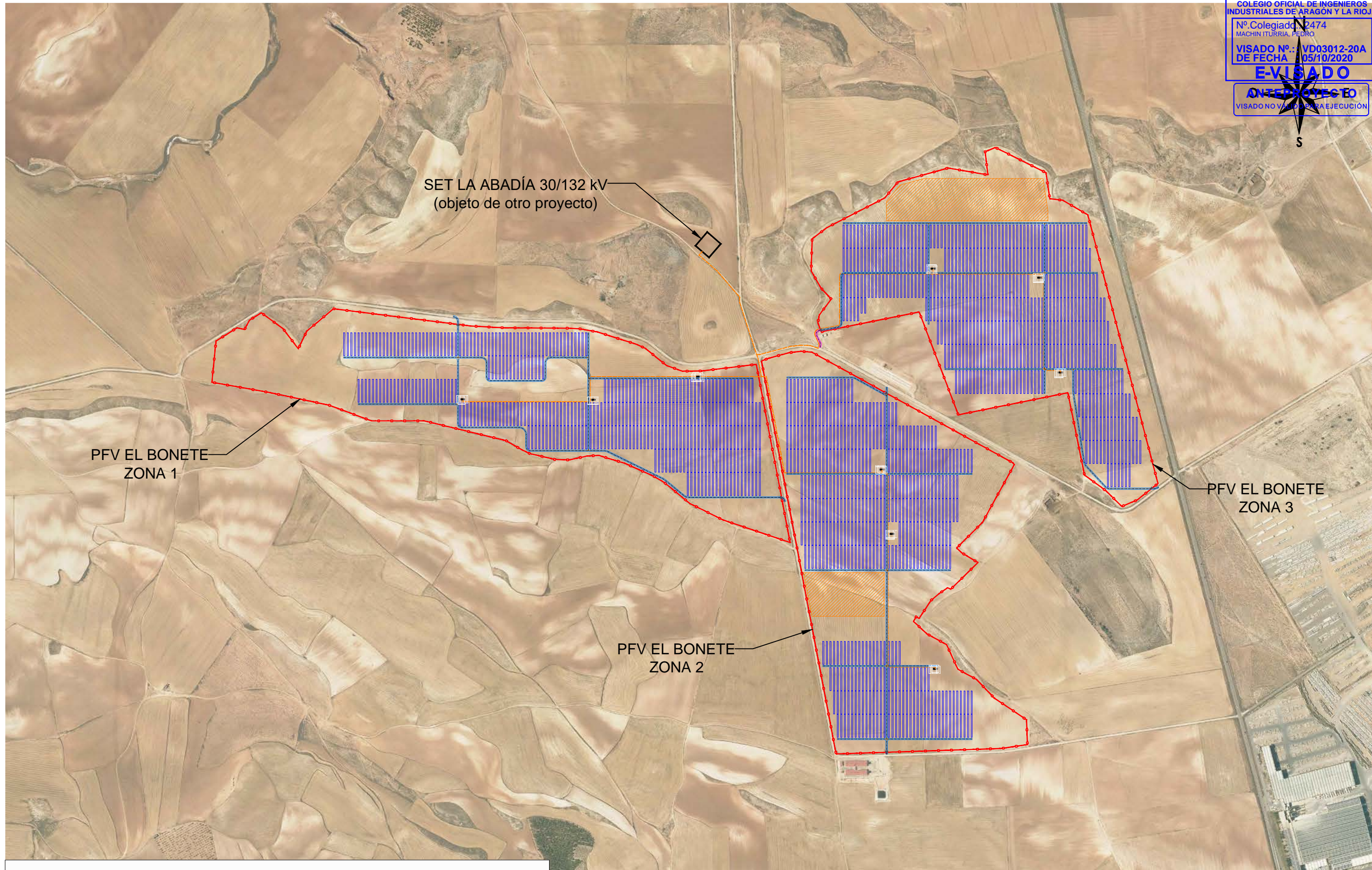
PFV EL BONETE  
ZONA 2

PFV EL BONETE  
ZONA 3

	Vallado PFV		Viales interiores
	Red subterránea MT 30 kV		Vial de acceso
	Seguidor con módulos fotovoltaicos		Puerta de acceso
	Power Station 5 MW		Zona de acopio
	Power Station 2,5 MW		

PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.			1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
TÍTULO PLANTA GENERAL			NOMBRE	RRM	APS	
			PLANO N	HOJA	ESCALA	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDJAAEJZSRLL verificable en http://coiilar.e-visado.net



SET LA ABADÍA 30/132 kV  
 (objeto de otro proyecto)

PFV EL BONETE  
 ZONA 1

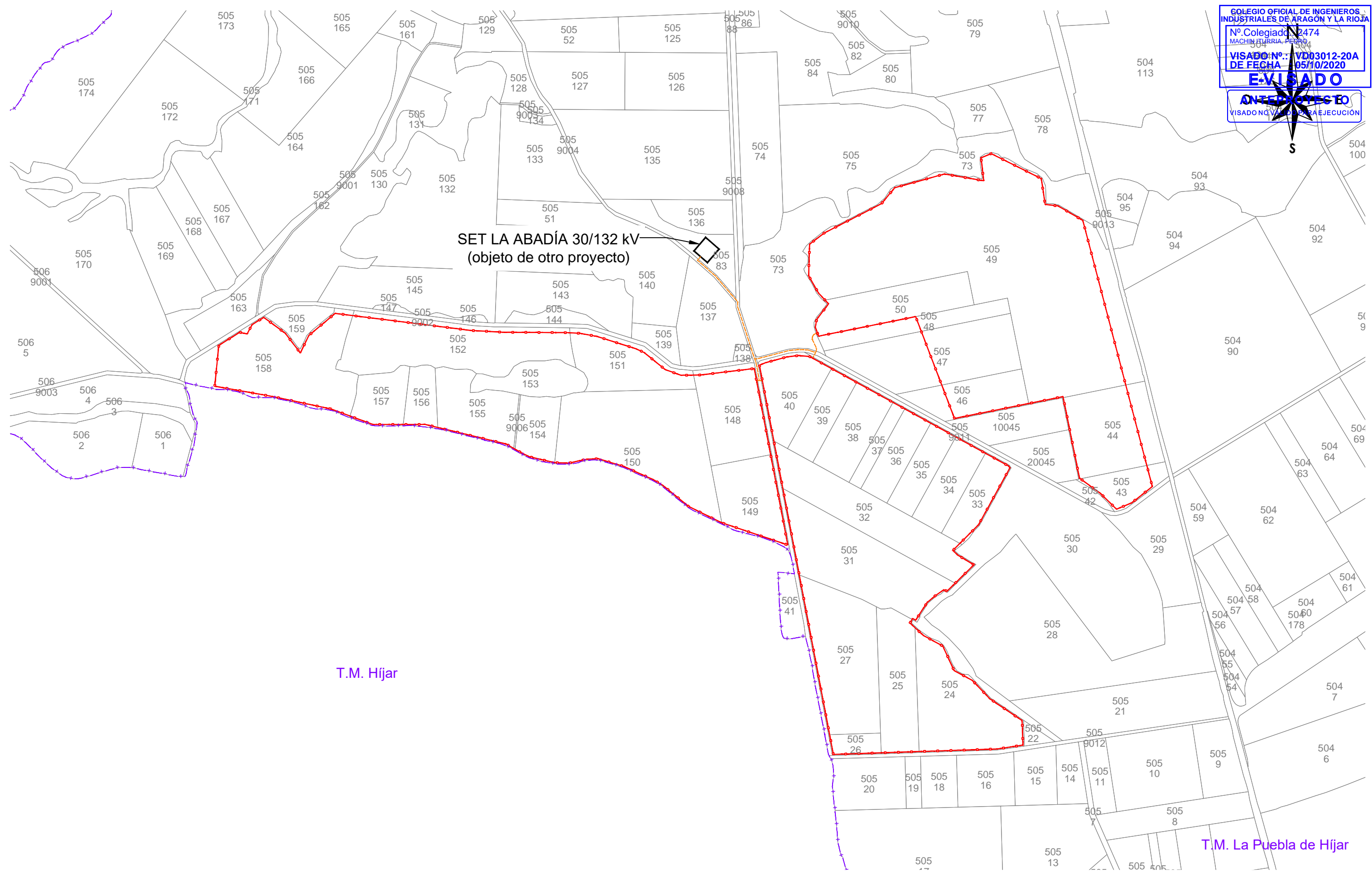
PFV EL BONETE  
 ZONA 2

PFV EL BONETE  
 ZONA 3

	Vallado PFV		Viales interiores
	Red subterránea MT 30 kV		Vial de acceso
	Seguidor con módulos fotovoltaicos		Puerta de acceso
	Power Station 5 MW		Zona de acopio
	Power Station 2,5 MW		

PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.			1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
PROYECTO			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp			NOMBRE	RRM	APS	
TÍTULO			PLANO N	HOJA	ESCALA	
ORTOFOTO			4			

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado 2474  
 MACHÍN ITURRIA, PEDRO  
**VISADO Nº.: VD03012-20A**  
**DE FECHA: 05/10/2020**  
**E-VISADO**  
**ANTES DE ESTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



SET LA ABADÍA 30/132 kV  
 (objeto de otro proyecto)

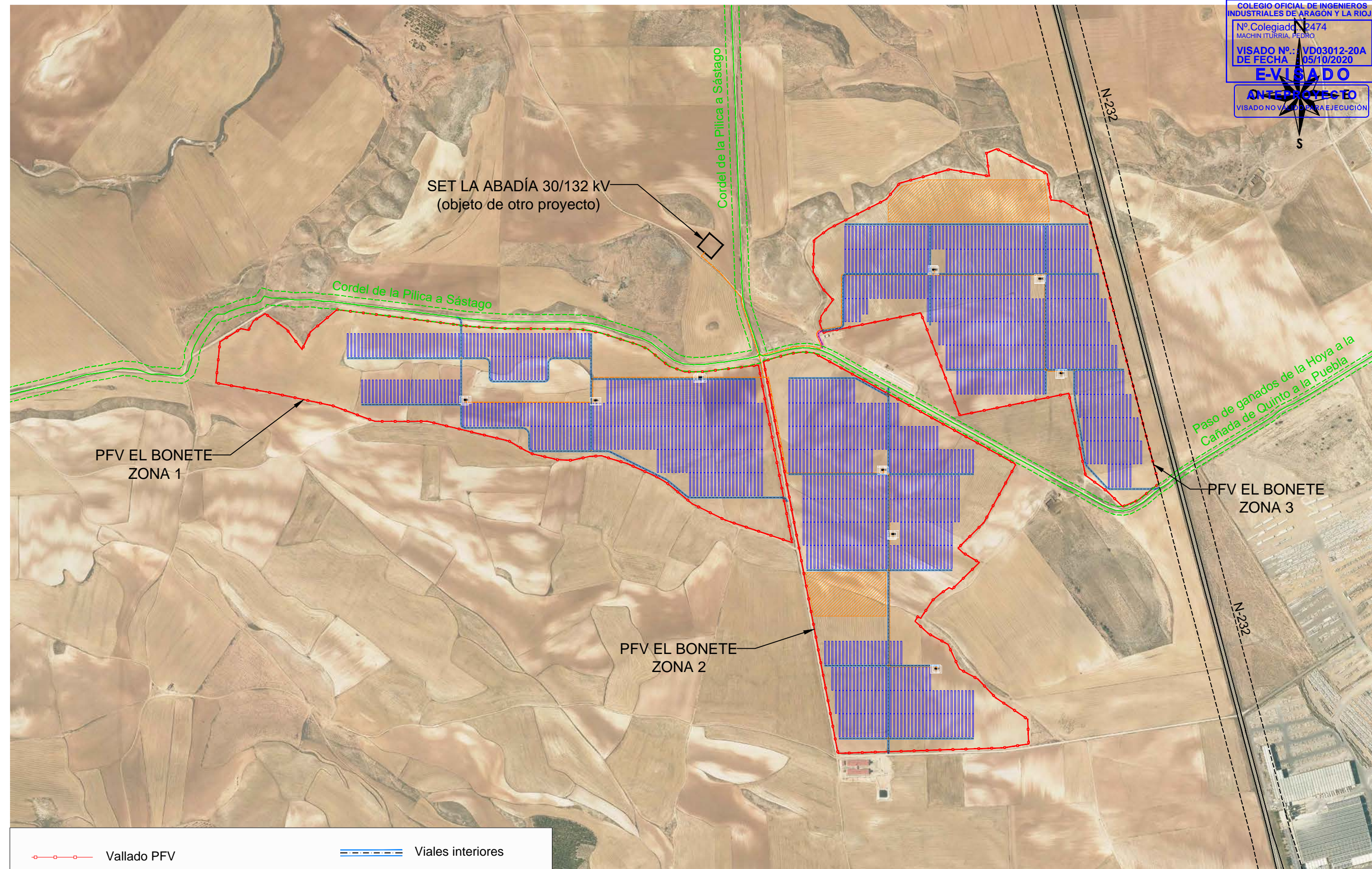
T.M. Híjar

T.M. La Puebla de Híjar

Vallado PFV  
 Zanja línea subterránea  
 505  
 150 Polígono - Parcela

PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.			1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PROYECTO		PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp	NOMBRE	RRM	APS	
TÍTULO			PLANO N	HOJA	ESCALA	
		PARCELARIO	5			

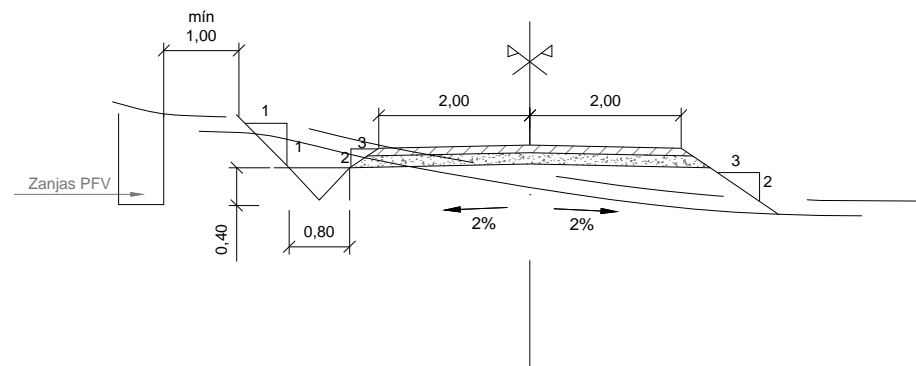
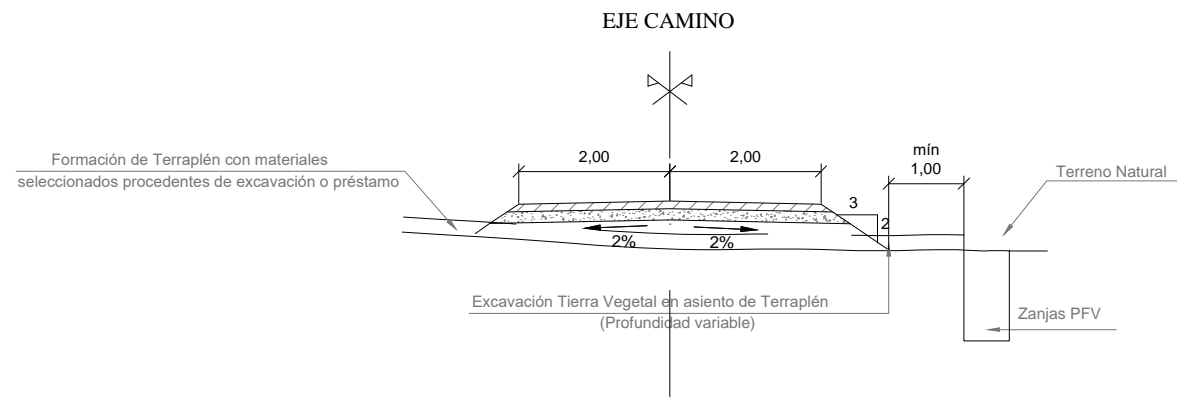
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03588-20y VISADO electrónico VD03012-20A de 05/10/2020. CSV = ZVPWDZAAEJZSRLL verificable en http://coiilar.e-visado.net



	Vallado PFV		Viales interiores
	Red subterránea MT 30 kV		Vial de acceso
	Seguidor con módulos fotovoltaicos		Puerta de acceso
	Power Station 5 MW		Vías Pecuarias
	Power Station 2,5 MW		Carretera N-232
	Zona de acopio		

<b>PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.</b>			<b>1ª EMISIÓN</b>	<b>DIBUJADO</b>	<b>COMPROB.</b>	
<b>PROYECTO</b>			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
<b>PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp</b>			NOMBRE	RRM	APS	INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
<b>TÍTULO</b>			PLANO N	HOJA	ESCALA	
AFECCIONES			6		1 : 10.000	

# VIALES INTERIORES



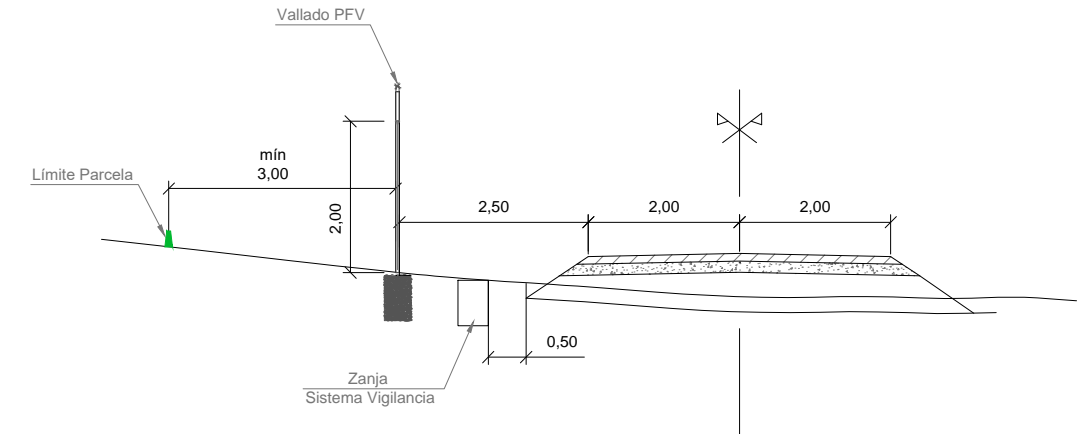
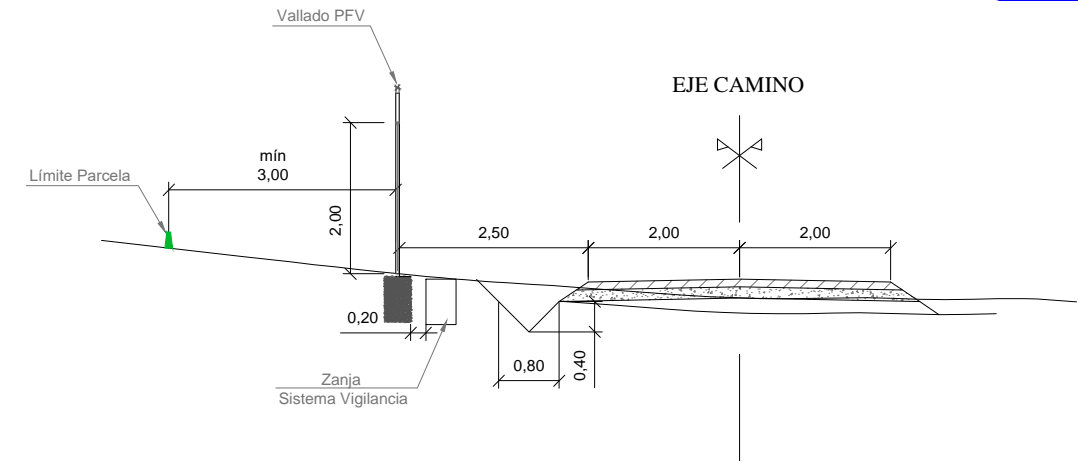
## FIRMES




-  Base
-  Subbase

### Notas:

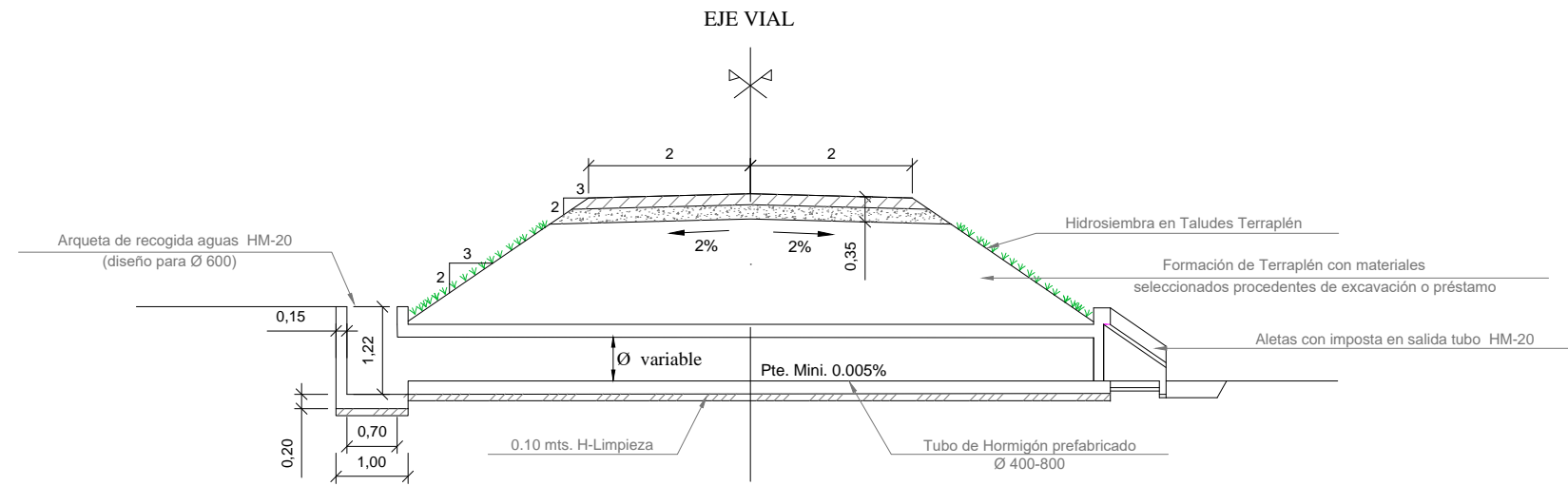
Los viales de acceso tendrán una anchura de 5 m.  
 La sección de firme formada por dos capas (base 0.10 m y subbase 0.15 m).  
 La profundidad de excavación en tierra vegetal será mínimo de 0.20 m.  
 La formación del terraplén será con material seleccionado procedente de excavación o préstamo.  
 Cotas en metros.

# VIALES PERIMETRALES

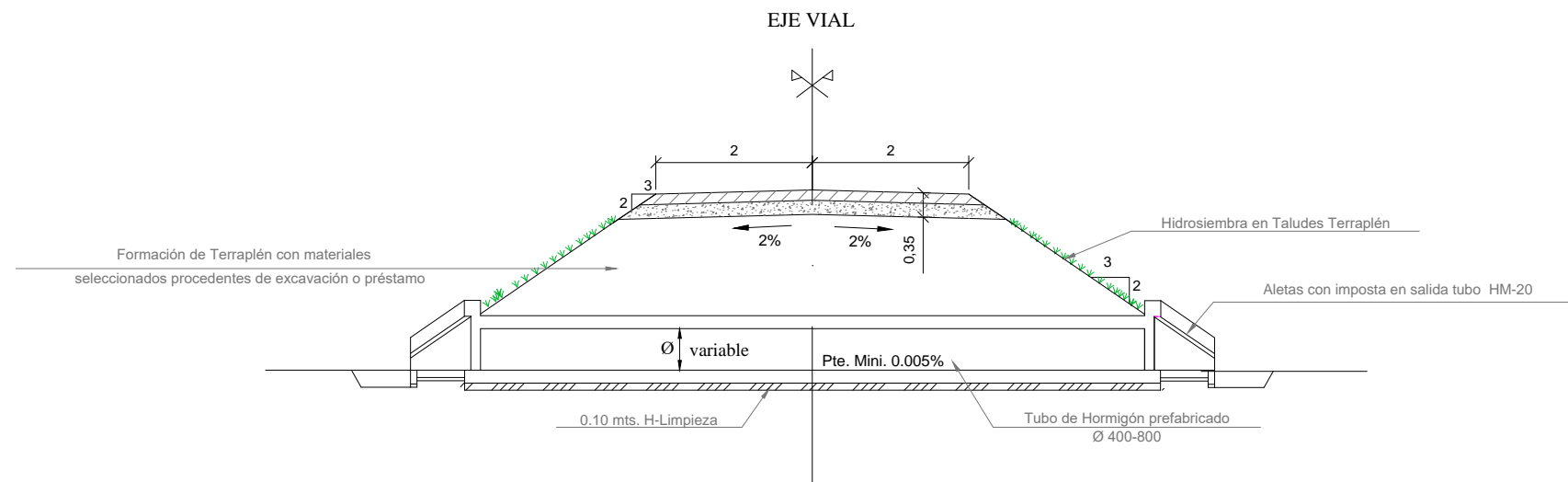


PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.			1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PROYECTO			NOMBRE	RRM	APS	
PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp			PLANO N	HOJA	ESCALA	
TÍTULO			7	1 de 2	1 : 100	
SECCIÓN TIPO VIALES						

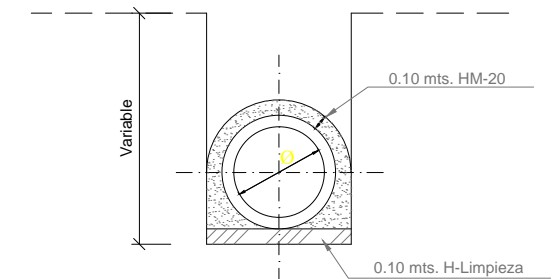
SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)  
 ARQUETA-ALETAS



SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)  
 ALETAS-ALETAS



OBRA DE DRENAJE  
 (SECCIÓN TRANSVERSAL)  
 E: 1/50



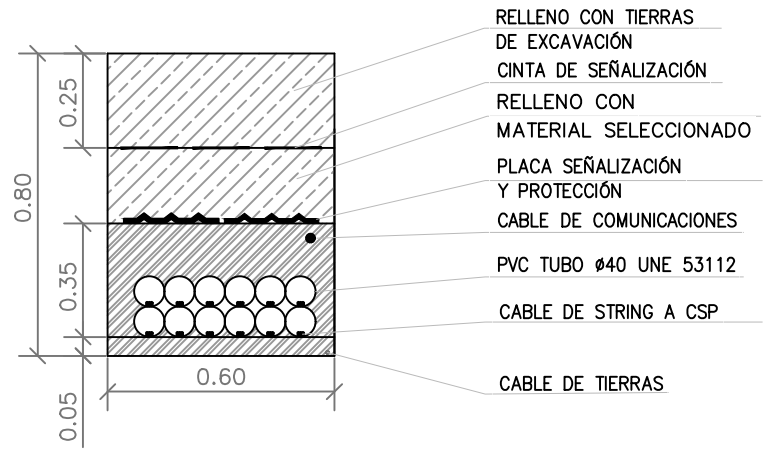
FIRMES

- Base (0.15 mts.)
- Subbase (0.20 mts.)

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES				
TIPOS DE HORMIGÓN	ÁRIDOS A UTILIZAR		CEMENTO	CONSISTENCIA
	TIPO DE ÁRIDO	GRANULO MÁX.	DESIGNACIÓN art. 37.3.2 EHE	ASIENTO CONO ABRAMS UNE 7.103
HM-20/P/40/IIa (en limpieza y elementos Arquetas)	RODADO	40 mm	CEM II/A-V42.5	5-8 cm

PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L. 	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
	NOMBRE	RRM	APS	
PROYECTO	PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp	PLANO N	HOJA	ESCALA
TÍTULO	SECCIÓN TIPO VIALES	7	2 de 2	1 : 100

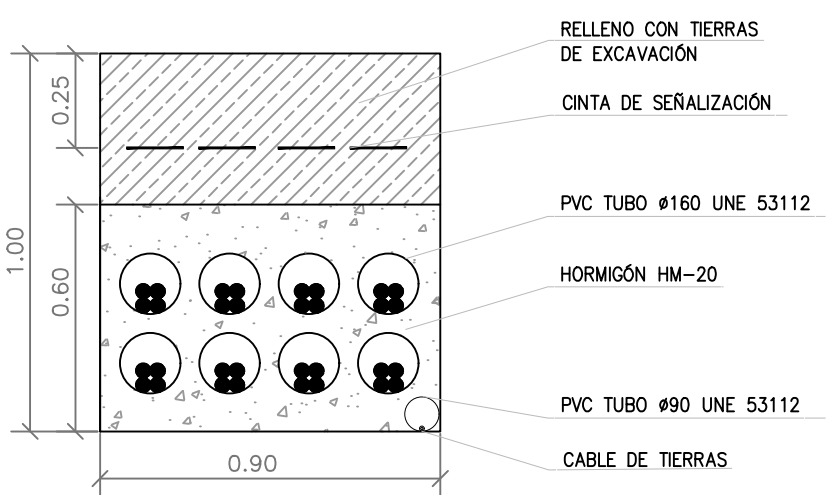
ZANJA DC "TIPO A"  
 STRING A CSP



RELENO CON TIERRAS DE EXCAVACIÓN  
 CINTA DE SEÑALIZACIÓN  
 RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO  
 PLACA SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN  
 CABLE DE COMUNICACIONES  
 PVC TUBO Ø40 UNE 53112  
 CABLE DE STRING A CSP  
 CABLE DE TIERRAS

NOTA:  
 Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

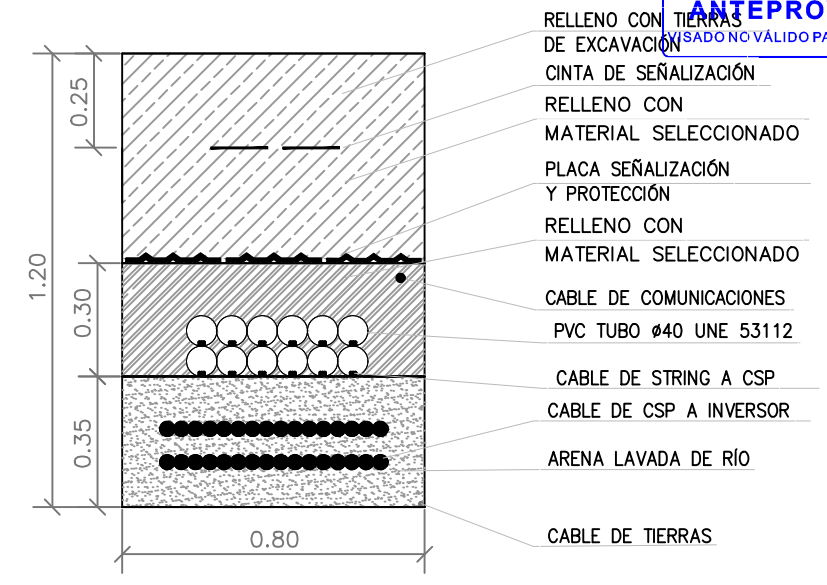
ZANJA DC "TIPO B"  
 CSP A INVERSOR (HORMIGÓN)



- RELENO CON TIERRAS DE EXCAVACIÓN
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- PVC TUBO Ø160 UNE 53112
- HORMIGÓN HM-20
- PVC TUBO Ø90 UNE 53112
- CABLE DE TIERRAS

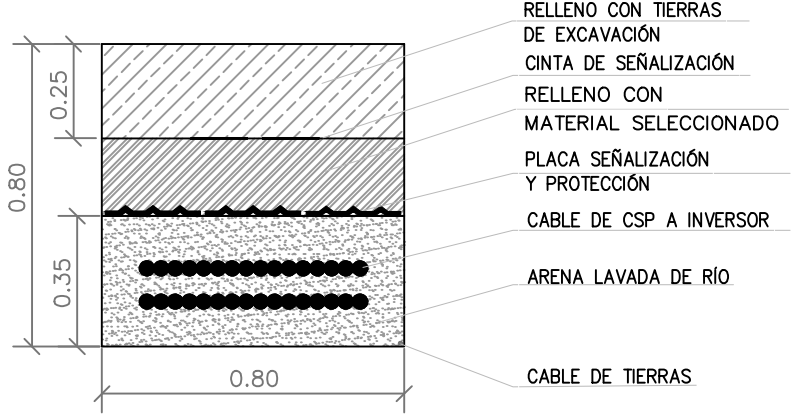
NOTA:  
 Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO C"  
 CRUZAMIENTO: ZANJA DC "TIPO A" CON ZANJA DC "TIPO B"



- RELENO CON TIERRAS DE EXCAVACIÓN
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO
- PLACA SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN
- RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO
- CABLE DE COMUNICACIONES
- PVC TUBO Ø40 UNE 53112
- CABLE DE STRING A CSP
- CABLE DE CSP A INVERSOR
- ARENA LAVADA DE RÍO
- CABLE DE TIERRAS

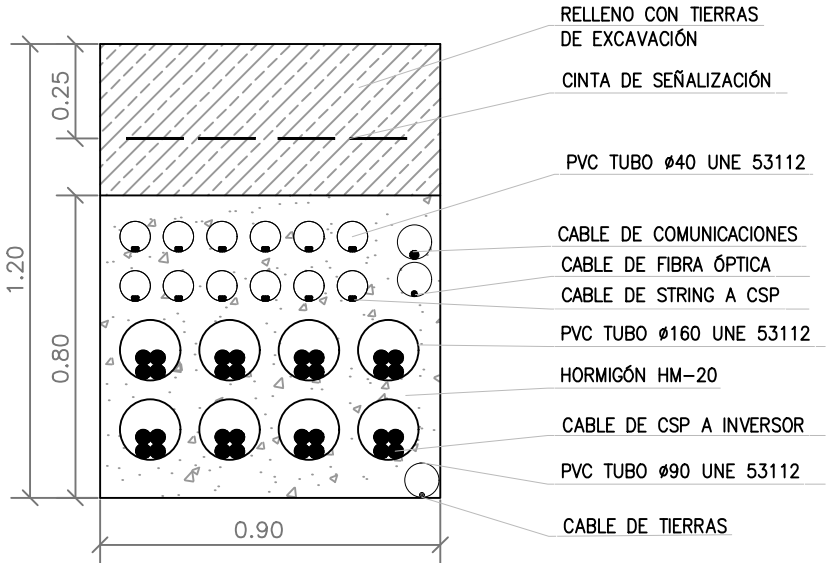
ZANJA DC "TIPO B"  
 CSP A INVERSOR



- RELENO CON TIERRAS DE EXCAVACIÓN
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO
- PLACA SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN
- CABLE DE CSP A INVERSOR
- ARENA LAVADA DE RÍO
- CABLE DE TIERRAS

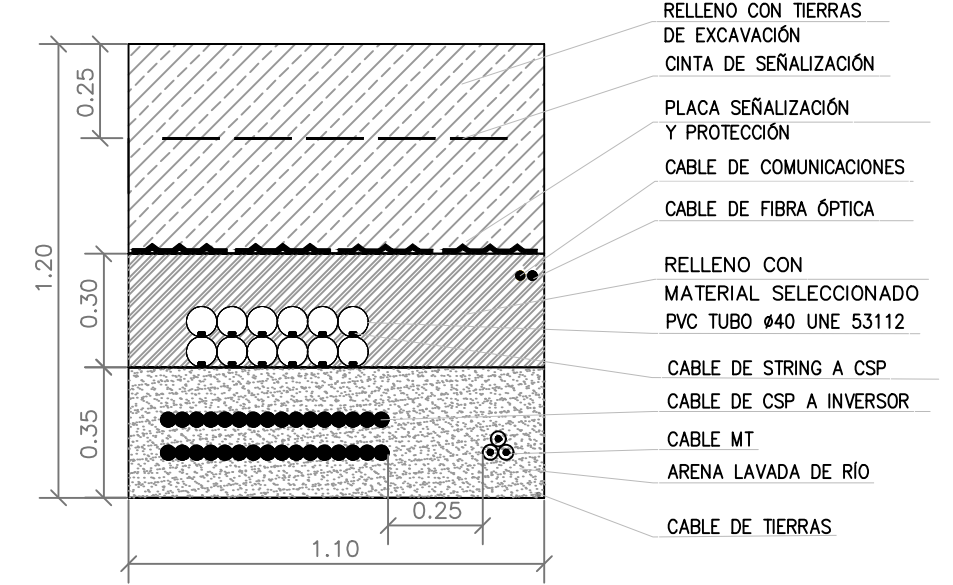
NOTA:  
 Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO B"  
 CSP A INVERSOR (HORMIGÓN)



- RELENO CON TIERRAS DE EXCAVACIÓN
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- PVC TUBO Ø40 UNE 53112
- CABLE DE COMUNICACIONES
- CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- CABLE DE STRING A CSP
- PVC TUBO Ø160 UNE 53112
- HORMIGÓN HM-20
- CABLE DE CSP A INVERSOR
- PVC TUBO Ø90 UNE 53112
- CABLE DE TIERRAS

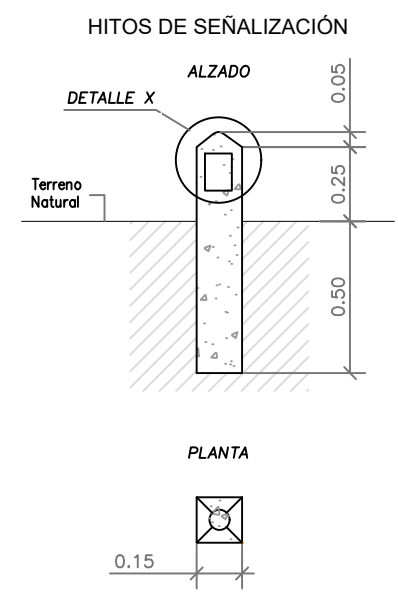
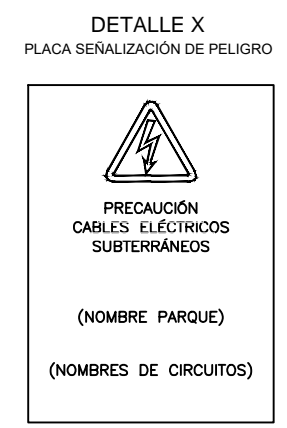
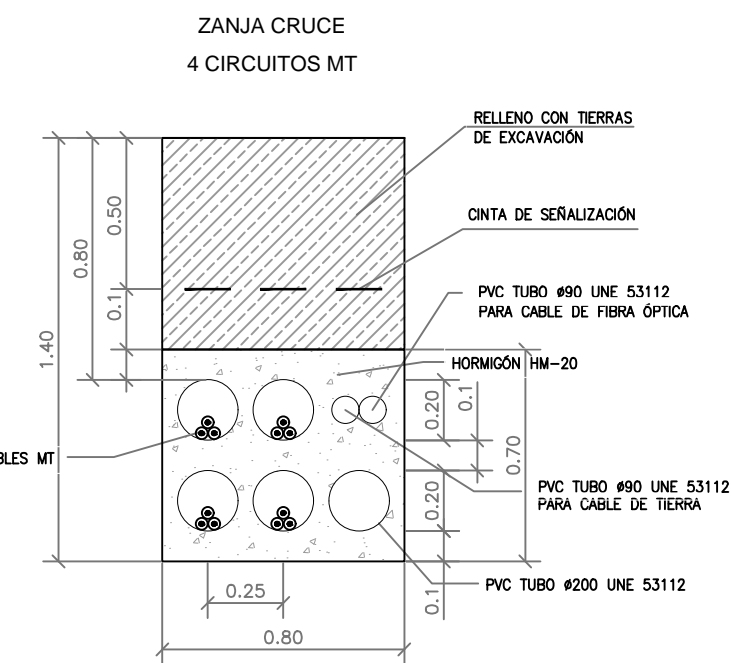
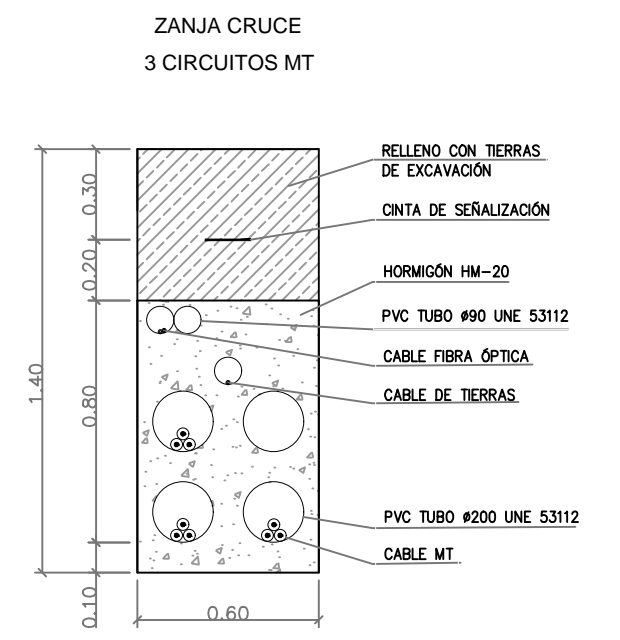
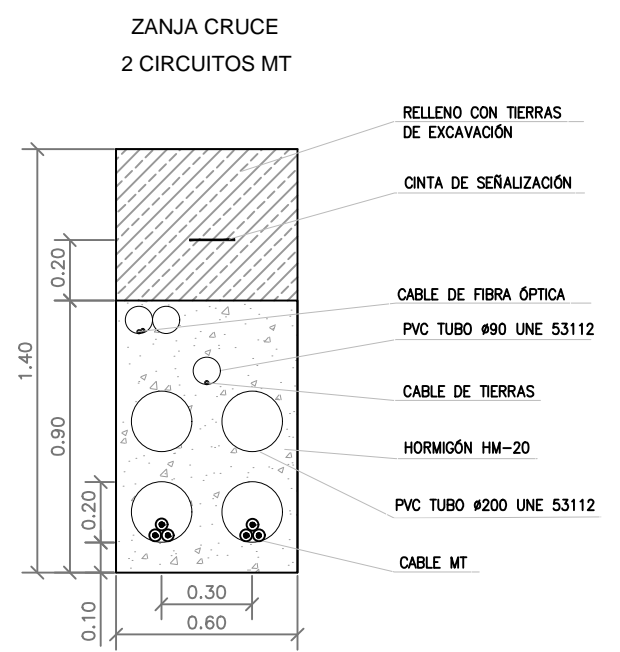
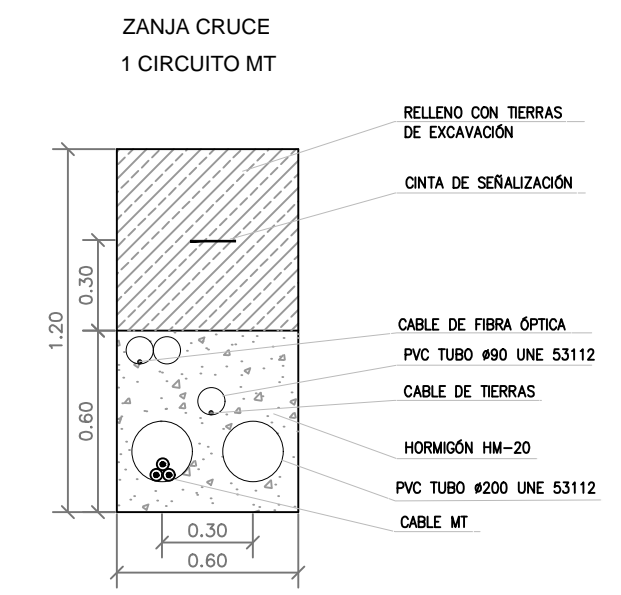
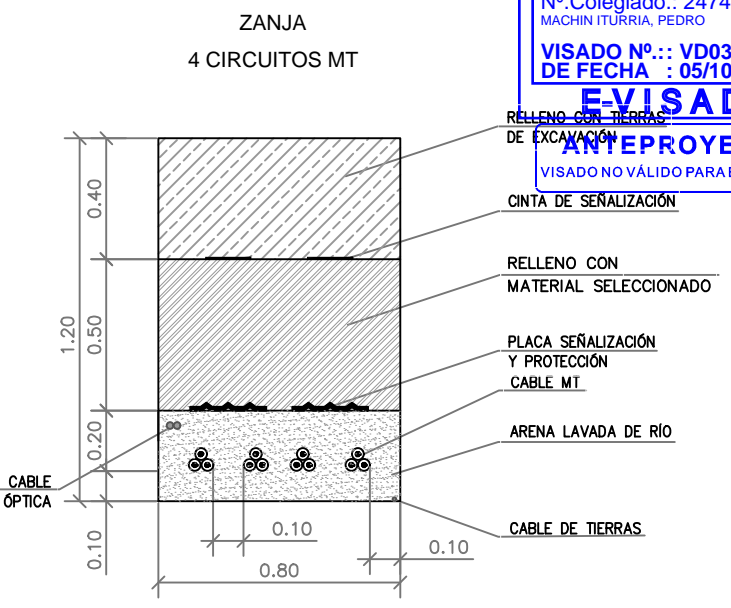
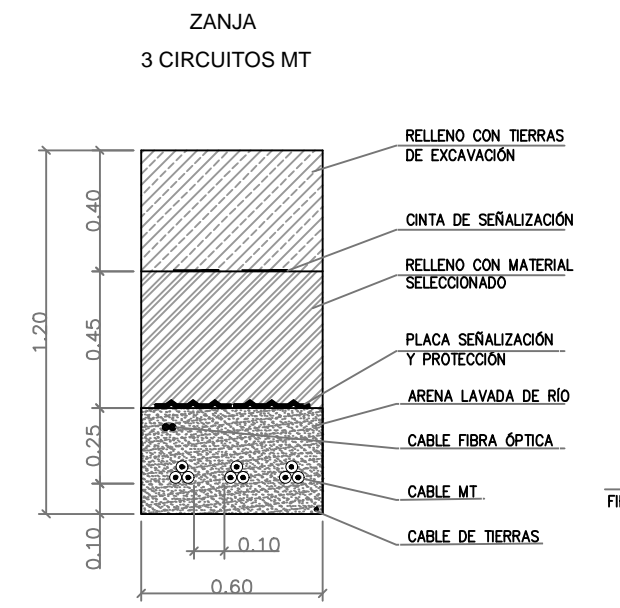
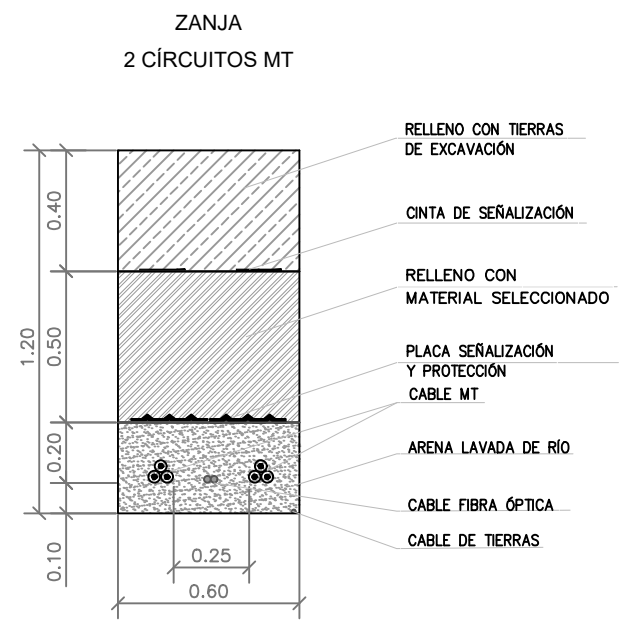
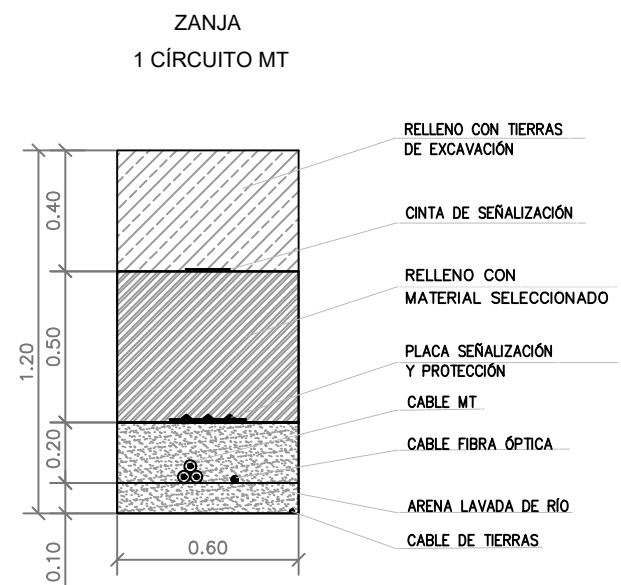
ZANJA COMPARTIDA "TIPO D"  
 CRUZAMIENTO CSP A INVERSOR



- RELENO CON TIERRAS DE EXCAVACIÓN
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- PLACA SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN
- CABLE DE COMUNICACIONES
- CABLE DE FIBRA ÓPTICA
- RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO
- PVC TUBO Ø40 UNE 53112
- CABLE DE STRING A CSP
- CABLE DE CSP A INVERSOR
- CABLE MT
- ARENA LAVADA DE RÍO
- CABLE DE TIERRAS

PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.				1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.		
PROYECTO		PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp		FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020		INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO		SECCIÓN TIPO ZANJAS DE BAJA TENSIÓN		NOMBRE	RRM	APS		
				PLANO N	HOJA	ESCALA		
				8	1 de 3	1 : 20		



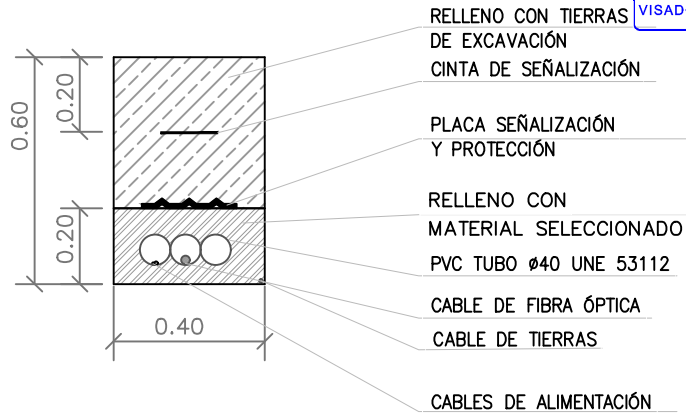


- NOTAS:**
1. LA PROTECCIÓN MECÁNICA DE LOS CABLES CUBRIRÁ LA PROYECCIÓN EN PLANTA DE LOS MISMOS.
  2. LOS HITOS DE SEÑALIZACIÓN SE COLOCARÁN A UN MÁXIMO DE 50 M ENTRE ELLOS, EN TRAMOS RECTOS, EN TODOS LOS LUGARES DONDE SE UBIQUE UN EMPALME Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LA ZANJA, EN EL CASO DE HITOS QUE SEÑALICEN EMPALMES SE INDICARÁ UNA MARCA DE COLOR ROJO.
  3. UNIDAD DE MEDIDA DE LAS COTAS, MM.

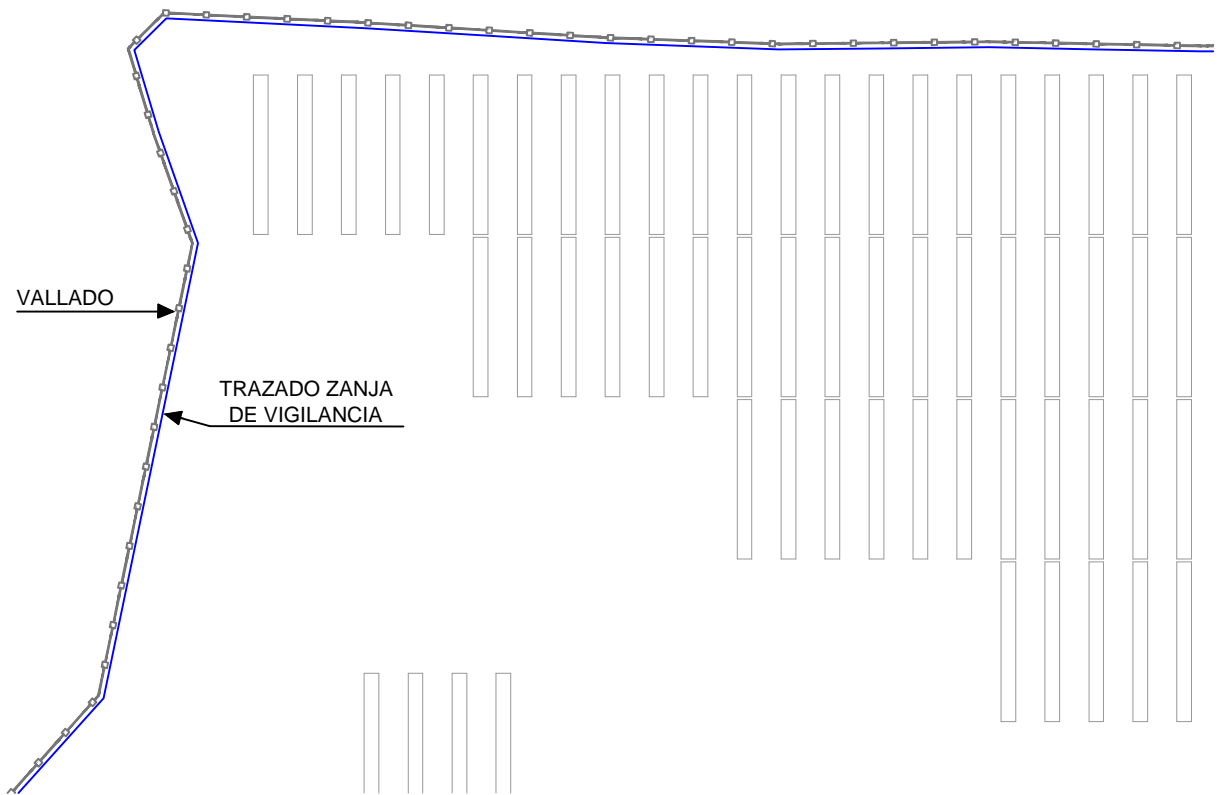
<b>PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.</b>			<b>1ª EMISIÓN</b>	<b>DIBUJADO</b>	<b>COMPROB.</b>	
			<b>FECHA</b>	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
<b>PROYECTO</b>		<b>NOMBRE</b>		RRM	APS	
<b>PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp</b>		<b>PLANO N</b>		8	2 de 3	
<b>TÍTULO</b>		<b>HOJA</b>		<b>ESCALA</b>		
<b>SECCIÓN TIPO ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN</b>				1 : 25		

ZANJA SISTEMA DE VIGILANCIA  
 Escala 1 : 20

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

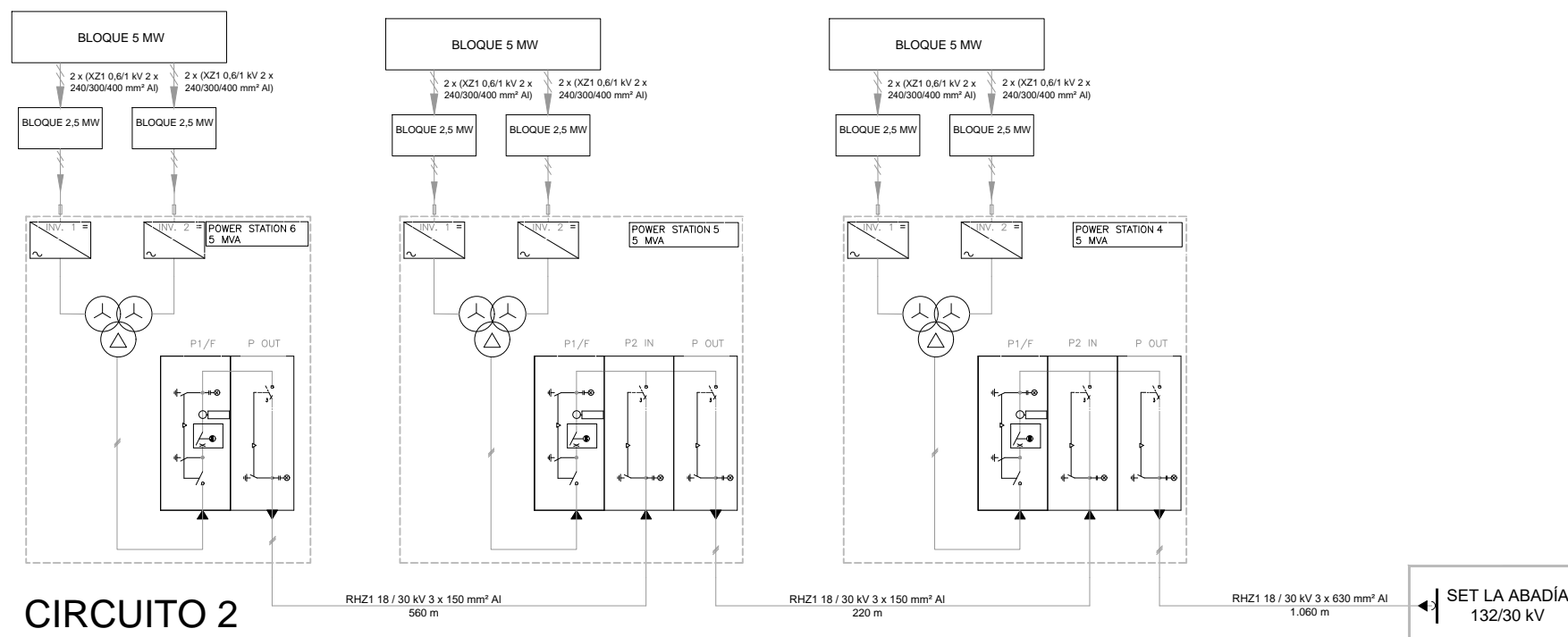
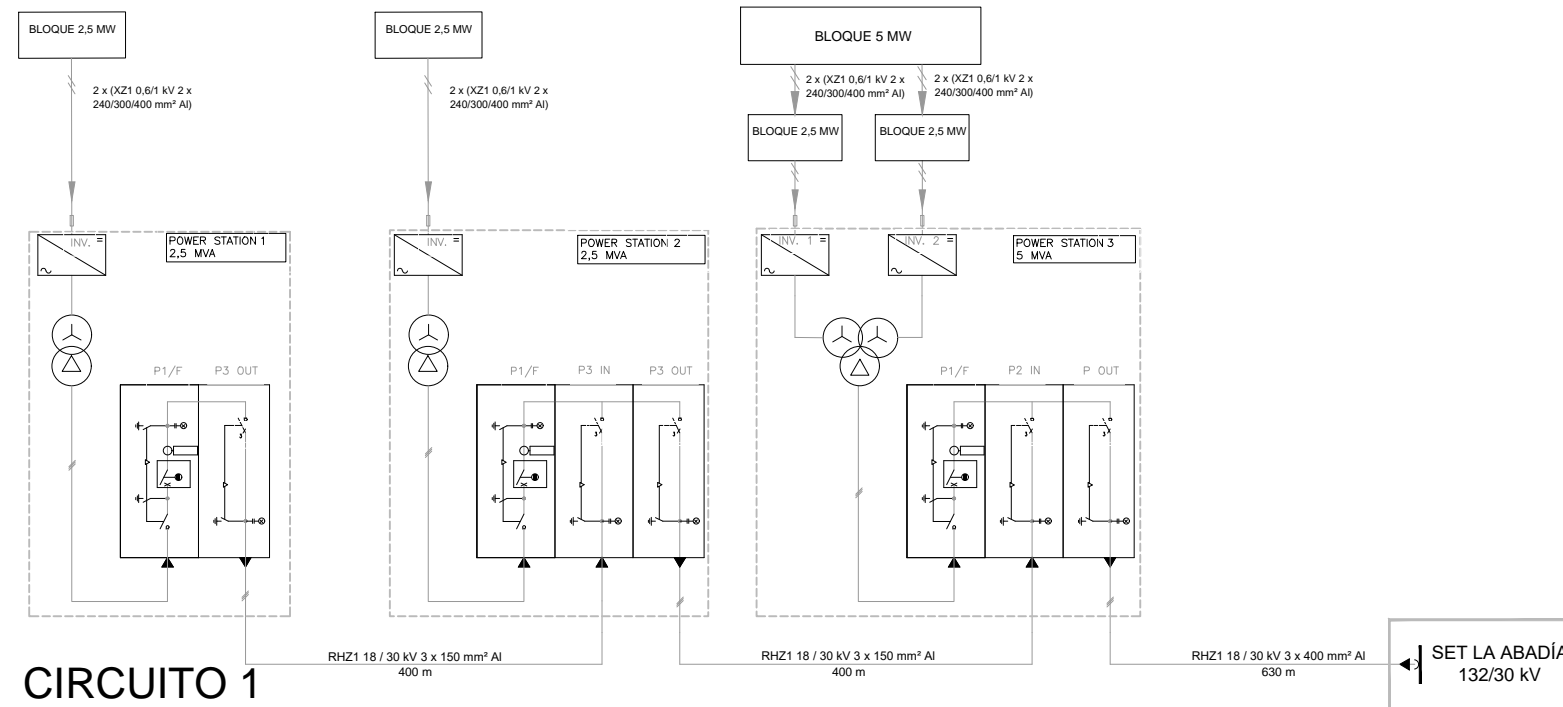


UBICACIÓN TIPO ZANJA SISTEMA DE VIGILANCIA  
 Escala: S/E

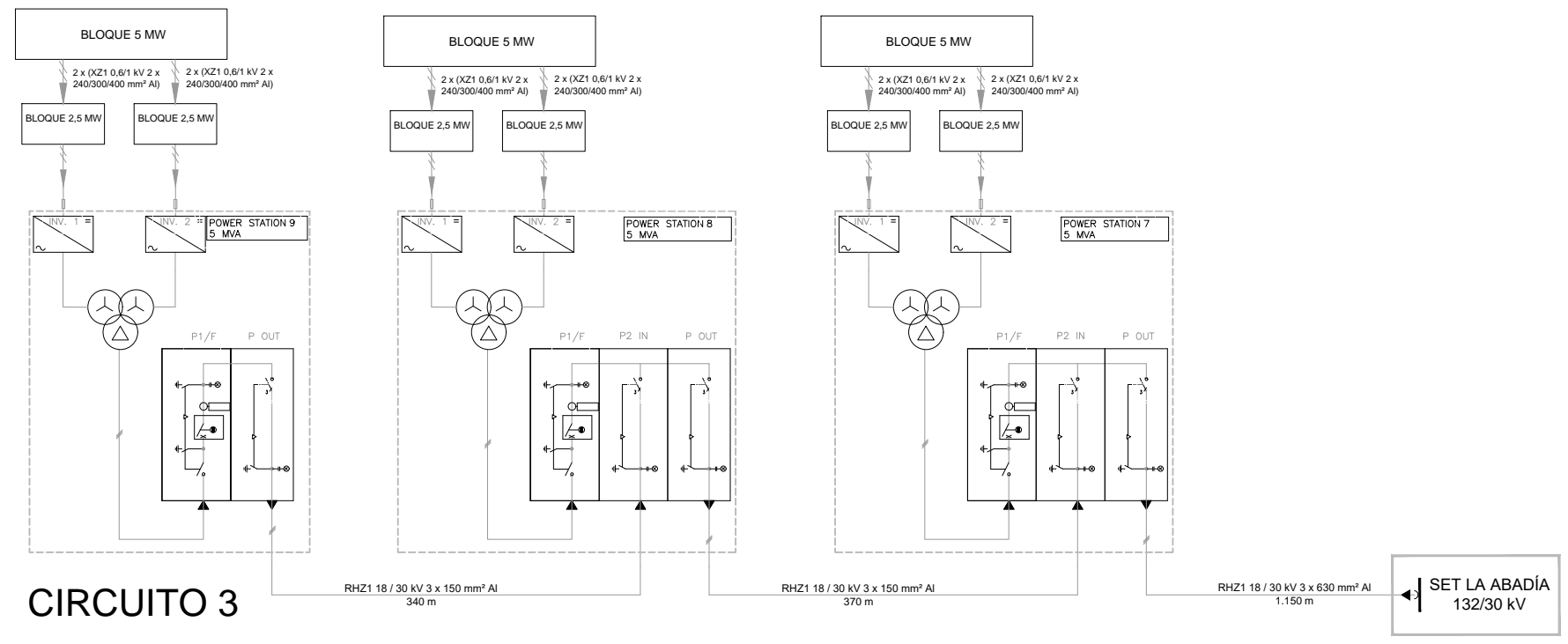


PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
		FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp	TÍTULO SECCIÓN TIPO ZANJAS DE VIGILANCIA	NOMBRE	RRM	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
		PLANO N	8	HOJA 3 de 3	



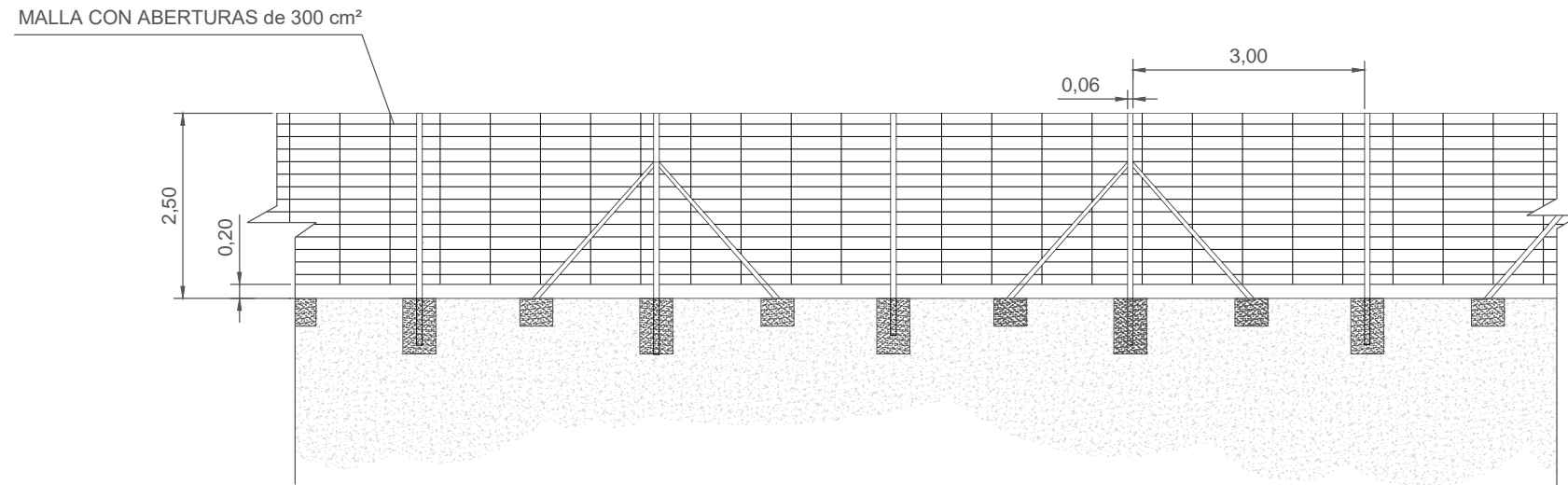


PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.			1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
TÍTULO UNIFILAR CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN			NOMBRE	RRM	APS	
			PLANO N	HOJA	ESCALA	
			9	2 de 3		

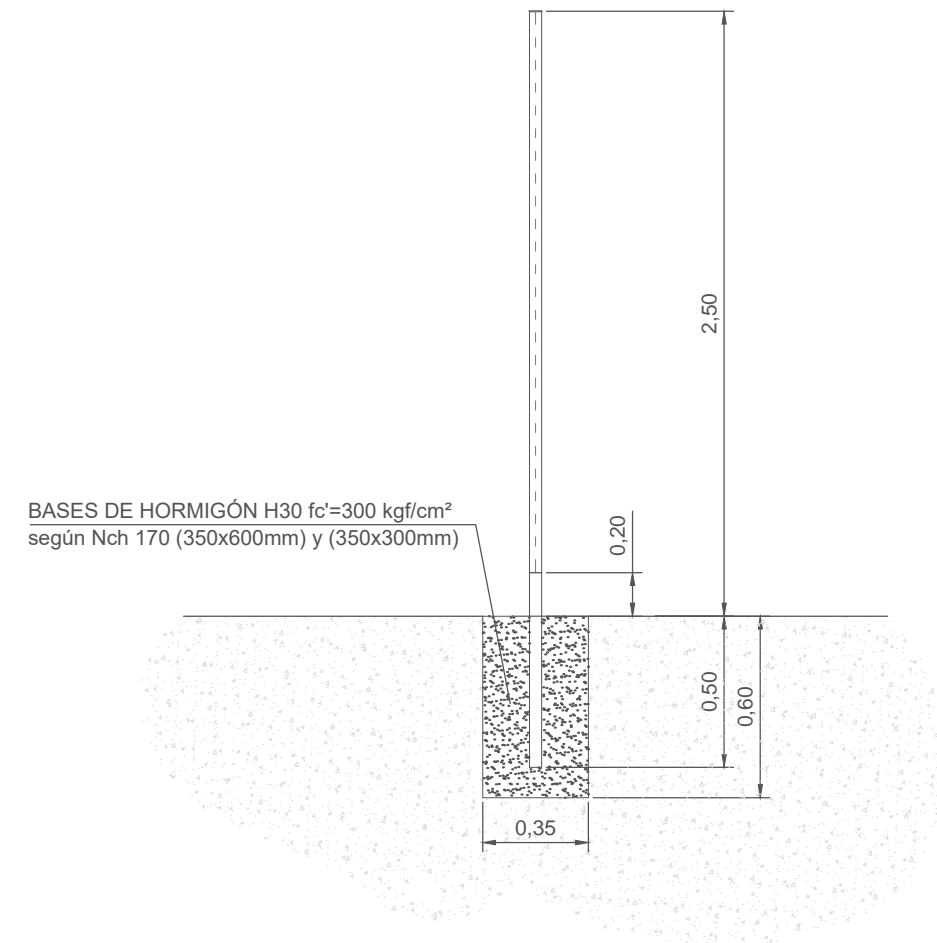


PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
		FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PROYECTO	PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp	NOMBRE	RRM	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO		PLANO N	HOJA	ESCALA	
		9	3 de 3		

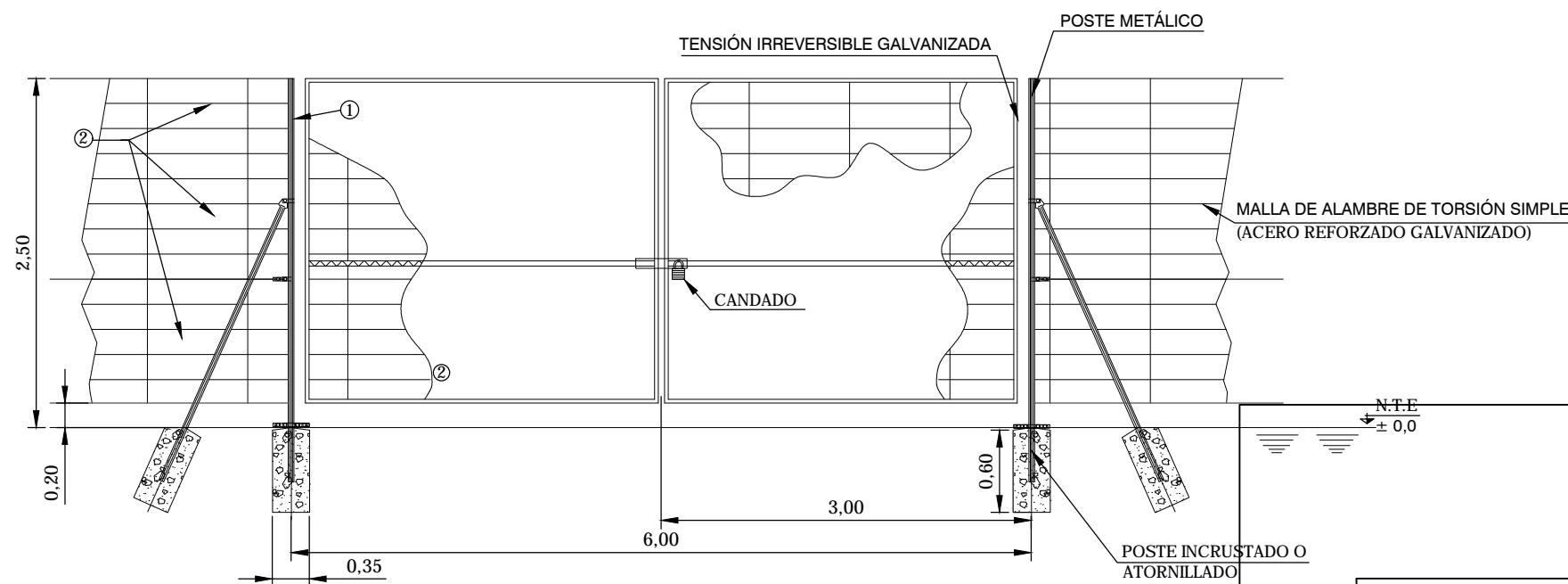
### DETALLE VALLADO PERIMETRAL (cotas en metros)



### SECCIÓN DEL VALLADO (cotas en metros)



### DETALLE PUERTA VALLADO (cotas en metros)



**NOTAS:**

1. ACERO GALVANIZADO HD O POSTE ATORNILLADO (SECCIONES HUECAS CUADRADAS O RECTANGULARES SEGÚN NORMA DE FABRICANTE)
2. PANELES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO SOLDADO (TIPO DE ALAMBRE: 4mm/5mm)

COTAS EN METROS

PLANTA SOLAR OPDE 10 S.L.			1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
PROYECTO			FECHA	SEPT. 2020	SEPT. 2020	
PARQUE FOTOVOLTAICO EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp			NOMBRE	RRM	APS	
TÍTULO			PLANO N	HOJA	ESCALA	
VALLADO			10			



---

# ANTEPROYECTO

## PFV EL BONETE 38,5 MW / 50 MWp

### DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO ESTIMADO

Término Municipal de La Puebla de Híjar (Teruel)

---



*En Zaragoza, septiembre de 2020*



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURBIA PEDRO  
VISADO Nº.: VD03012-20A  
DE FECHA: 05/10/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## INDICE

1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	2
2	OBRA CIVIL.....	2
3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES.....	3
4	CONDUCTORES DE CC.....	4
5	CONDUCTORES DE CA Y ACCESORIOS .....	4
6	SISTEMA DE VIGILANCIA .....	5
7	VARIOS .....	5
8	MONITORING & CONTROL .....	6
9	RESUMEN PFV .....	6



## 1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	111.090	Módulo fotovoltaico de 450 Wp de silicio monocristalino.	99,99 €	11.107.900 €
Ud	111.090	Montaje de módulo fotovoltaico	3,00 €	333.270 €
Ud	1.235	Seguidor solar a 1 eje 3Hx30 / 3Hx20	4.048,58 €	5.000.000 €
Ud	1.235	Montaje de estructura de seguidor	335,00 €	413.725 €
Ud	11.115	Hincado de postes de estructura de seguidor	6,00 €	66.690 €
PA	1	P.A.T. de estructura.	26.950,00 €	26.950 €

**TOTAL MÓDULOS FV**

**16.948.535 €**

## 2 OBRA CIVIL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m <sup>3</sup>	24.526	Excavación de tierra vegetal por medios mecánicos (espesor medio de 30 cm), incluso acopio junto a traza y posterior extendido, incluye transporte a lugar de empleo.	1,80 €	44.147 €
m <sup>3</sup>	10.912	Excavación en zonas de desmonte en cualquier tipo de terreno por medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo, incluye rasanteo a cota de explanada, reperfilado de cunetas (donde sea necesario) y refino de taludes	2,15 €	23.461 €
m <sup>3</sup>	9.275	Formación de terraplén con material procedente de excavación o préstamo, incluso selección, transporte, extendido, humectación y compactación hasta el 98 % Proctor Modificado, incluye rasanteo a cota de explanada y refino posterior de taludes.	3,18 €	29.495 €
m <sup>3</sup>	6.433	Capa de subbase (árido medio) para el firme de viales, incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de subbase.	9,00 €	57.897 €
m <sup>3</sup>	3.933	Capa de base (árido fino) para el firme de viales incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de base.	14,00 €	55.062 €
Ud	3	Tubos de hormigón de diferentes diámetros para obras de drenaje, incluso desmontes y terraplenes, hormigón de limpieza y anclaje y colocación de elementos en bocas (arquetas y/o aletas), incluida instalación.	232,73 €	698 €

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	3	Vados hormigonados de dimensiones según sección del vial tipo, ejecutados en hormigón armado y fratasado del hormigón incluyendo excavación y preparación del terreno, y partes proporcionales de medios auxiliares, terminado.	227,27 €	682 €
m	14.433	Metro lineal de zanja para conducciones eléctricas según plano de zanjas tipo incluyendo excavación en cualquier tipo de terreno (incluso carga y transporte a lugar de empleo), relleno, tubos de diámetros variados, baliza y placa PPC.	22,00 €	317.526 €
Ud	3	Suministro e instalación de Arqueta prefabricada de ayuda al tendido	646,31 €	1.939 €
Ud	35	Cruce de zanjas por unidad de cruce, incluido tubos PEAD y hormigón HM-20.	200,00 €	7.000 €
m	10.950	Metro lineal de zanja para sistema de vigilancia según plano de zanjas tipo incluyendo excavación, relleno, tubos, baliza y placa PPC.	12,00 €	131.400 €
m	10.950	Vallado perimetral de recinto de parque fotovoltaico	8,50 €	93.075 €

**TOTAL OBRA CIVIL**

**762.381 €**

### 3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	9	Obra civil de casetas centro de transformación incluyendo excavación de tierra vegetal, desmonte, terraplén y solera de hormigón armado de 0,15 m de espesor	693,00 €	6.237,00 €
Ud	7	Power Station de 5 MVA en contenedor metálico de 40 pies. Incluyendo 2 inversores de 2,5 MVA, un Transformador BT/MT y Conjunto de Celda de MT (2 de línea y 1 de protección)	190.000,00 €	1.330.000,00 €
Ud	2	Power Station de 2,5 MVA en contenedor metálico de 20 pies. Incluyendo 1 inversores de 2,5 MVA, un Transformador BT/MT y Conjunto de Celda de MT	85.500,00 €	171.000,00 €
Ud	176	Cajas de conexión: Caja de seccionamiento y protección de 1500V	500,00 €	88.000 €
Ud	9	Red de tierras interior y exterior de centros de transformación, inversores y centros de seccionamiento	450,00 €	4.050 €

**TOTAL CT E INVERSORES**

**1.599.287 €**

## 4 CONDUCTORES DE CC

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	118.217	Suministro y tendido de cable ZZ-F DKE/VDE AK 411.2.3 1,8 kV de Cu, unipolar de 1x6 mm <sup>2</sup> de sección, línea de distribución en CC desde paneles a CSP.	0,98 €	115.852 €
m	102.518	Suministro y tendido de cable de CC, XZ1 0,6/1 KV Al, 1x240 mm <sup>2</sup> , para conexión entre CSP e inversores o centros de transformación.	5,20 €	533.092 €
m	14.581	Suministro y tendido de cable de CC, XZ1 0,6/1 KV Al, 1x300 mm <sup>2</sup> , para conexión entre CSP e inversores o centros de transformación.	5,40 €	78.736 €
m	10.674	Suministro y tendido de cable de CC, XZ1 0,6/1 KV Al, 1x400 mm <sup>2</sup> , para conexión entre CSP e inversores o centros de transformación.	5,60 €	59.777 €

**TOTAL CONDUCTORES CC**

**787,457 €**

## 5 CONDUCTORES DE CA Y ACCESORIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	6.840	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 18/30 kV, conductor de (1x150) mm <sup>2</sup> de sección. Para conexión entre Power Stations.	5,20 €	35.568 €
m	1.890	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 18/30 kV, conductor de (1x400) mm <sup>2</sup> de sección. Para conexión entre Power Stations.	7,00 €	13.230 €
m	6.630	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 18/30 kV, conductor de (1x630) mm <sup>2</sup> de sección. Para conexión entre Power Stations.	9,80 €	64.974 €
Ud	6	Suministro, montaje y conexionado terminal GIS unipolar 30 kV	156,76 €	941 €
Ud	2	Empalme cable 3x(1x630) mm <sup>2</sup> 18/30 kV Al	218,41 €	437 €

**TOTAL CONDUCTORES CA**

**115.149 €**

## 6 SISTEMA DE VIGILANCIA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Sistema perimetral de CCTV, incluida instalación y puesta en marcha.	211.750,00 €	211.750 €
Ud	1	Sistema de analisis de video, incluida instalación y puesta en marcha.	15.400,00 €	15.400 €
Ud	1	Sistema de grabación e imágenes, incluida instalación y puesta en marcha.	1.810,00 €	1.810 €
Ud	1	Central de control, incluida instalación y puesta en marcha.	760,00 €	760 €
Ud	1	Rack, incluida instalación y puesta en marcha.	390,00 €	390 €
Ud	1	UPS y tarjetas de comunicación TCP/IP, incluida instalación y puesta en marcha.	2.530,00 €	2.530 €
m	10.950	Cable 2x10 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	2,70 €	29.565 €
m	10.950	Cable 2x6 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	1,80 €	19.710 €
m	21.900	Fibra óptica 4F, incluida instalación y puesta en marcha.	1,10 €	24.090 €

**TOTAL SISTEMAS DE VIGILANCIA**

**306.005 €**

## 7 VARIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Control de Calidad: Control de Calidad realizado por empresa especializada.	5.000,00 €	5.000 €
Ud	13	Estación meteorológica Suministro, montaje y conexionado de estación meteorológica compuesta por: - 1 Piranómetro - Anemómetro y veleta. - Dos Sensores temperatura ambiente. - Dos células calibradas - Sistema de montaje sobre torreta. - Alimentación auxiliar mediante panel FV. - Pluviómetro. - Visualizador frontal. incluidos medios auxiliares, material auxiliar, así como p.p. de pequeño material y accesorios, totalmente la unidad terminada.	3.500,00 €	45.500 €

**TOTAL VARIOS**

**50.500 €**

## 8 MONITORING & CONTROL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Monitoring & Control	211.750,00 €	211.750 €

**TOTAL MONITORING & CONTROL**

**211.750 €**

## 9 RESUMEN PFV

Resumen PFV EL BONETE	
CONCEPTO	PRECIO
1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	16.948.535 €
2. OBRA CIVIL	762.381 €
3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES	1.599.287 €
4. CONDUCTORES C.C.	787.457 €
5. CONDUCTORES C.A Y ACCESORIOS	115.149 €
6. SISTEMA DE VIGILANCIA	306.005 €
7. VARIOS	50.500 €
8. MONITORING & CONTROL	211.750 €
<b>Presupuesto de ejecución material PFV</b>	<b>20.781.064 €</b>

Gastos generales y dirección de obra 13%	2.701.538 €
Beneficio Industrial 6%	1.246.864 €
<b>Total ejecución</b>	<b>24.729.467 €</b>

El presupuesto de ejecución material del PFV EL BONETE asciende a **VEINTE MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y UN MIL SESENTA Y CUATRO EUROS (20.781.064 €)**.



Zaragoza, septiembre 2020  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474 COIAR