

**EXP: BTA-**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”.**



**PRODUCTOR Y TITULAR:**  
**CAHERPA SERVICIOS ENERGÉTICOS, S.L.**  
**C/ Hermandad nº 1- 1º C**  
**26560 Autol (La Rioja)**

**CONSUMIDORES ASOCIADOS: Varios**

**SITUACIÓN PRODUCCIÓN:**  
**Polígono 20 Parcela 185- ZONA 3**  
**26560 Autol (La Rioja)**

**AUTOL JUNIO DE 2025**  
**EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL**  
**RUBEN FRÍAS RUIZ**  
**(Colegiado nº 217)**



**72774701X**

**RUBEN FRIAS**

**(R: B26481325)**

**ESTPROINGAR, S.L.P.**

Firmado digitalmente  
por 72774701X RUBEN  
FRIAS (R: B26481325)

Fecha: 2025.06.26  
11:21:53 +02'00'

**“ESTUDIOS Y PROYECTOS. INGENIERIA Y ARQUITECTURA”**

**Paletillas, 5 - 26500 CALAHORRA (LA RIOJA)**  
**Tfno 941-134003 Email: [rubenfrias@esypro.net](mailto:rubenfrias@esypro.net)**

**PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES NO ACOGIDOS A COMPENSACIÓN (NO UN ÚNICO CONTRATO) DENOMINADA “CAHERPA-1”**

---

**PRODUCTOR Y TITULAR: CAHERPA SERVICIOS ENERGÉTICOS, S.L.**

**CONSUMIDOR: VARIOS**

## **ÍNDICE GENERAL**

### **1.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 1.- Antecedentes
- 2.- Objeto
- 3.- Emplazamiento instalación generación FV.
- 4.- Empresa suministradora de energía eléctrica
- 5.- Características de La red de BT.
- 6.- Modalidad de autoconsumo con excedentes.
- 7.- Clasificación del local a efectos de la instalación eléctrica
- 8.- Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con excedentes.
  - 8.1.- Generalidades.
  - 8.2.- Datos básicos de la instalación.
  - 8.3.- Datos básicos del campo generador
  - 8.4.- Paneles fotovoltaicos
  - 8.5.- Emplazamiento paneles
  - 8.6.- Inversor.
  - 8.7.- Caseta para inversor
  - 8.8.- Protecciones eléctricas
  - 8.9.- Conductores y sistema de instalación.
  - 8.10.- Conexión a la red de BT.
  - 8.11.- Sistema de monitorización.
- 9.- Verificación de la ITC-BT40/ R. Electrotécnico para BT
- 10.- Vallado
- 11.- Canalizaciones subterráneas
- 12.- Generación del campo fotovoltaico.
- 13.- Conclusión

### **Anexos a la Memoria:**

#### **\*.- Anexo nº 1.- Cálculos justificativos**

- 1.- Introducción
- 2.- Objeto
- 3.- Cálculo del recurso renovable
- 4.- Autoconsumo
- 5.- Inclinación y separación de los paneles.

6.- Cálculo estructural- Estructura SS-HIN-EO 10°

- 6.1.- Introducción
- 6.2.- Hipótesis generales
- 6.3.- Características generales
  - 6.3.1.- Propiedades mecánicas del material
- 6.4.- Descripción del modelo
  - 6.4.1.- Modelo 3D
  - 6.4.2.- Modelo elementos finitos
- 6.5.- Cálculo de esfuerzos
  - 6.5.1.- Carga permanente
  - 6.5.2.- Carga viento
  - 6.5.3.- Carga de nieve
- 6.6.- Condiciones de contorno
- 6.7.- Resultados obtenidos
  - 6.7.1.- Tensión equivalente Von Mises
  - 6.7.2.- Reacciones

7.- Cálculo inversor FV

8.- Cálculo de conductores eléctricos

- 8.1.- Cálculo cableado DC (corriente continua).
  - 8.1.1.- Datos generales
  - 8.1.2.- Tipo de cable a usar.
  - 8.1.3.- Condiciones de operación
  - 8.1.4.- Cálculo de sección, por intensidad admisible, lado “dc”.
  - 8.1.5.- Cálculo del cable, por caída de tensión, lado “dc”.
  - 8.1.6.- Cálculo de la sección por cortocircuito, lado “dc”.
- 8.2.- Cálculo cableado AC (Corriente alterna)
  - 8.2.1.- Datos de partida
  - 8.2.2.- Datos del cable
  - 8.2.3.- Cálculo de la sección por intensidad admisible, lado “ac”
  - 8.2.4.- Cálculo de la sección por caída de tensión, lado “ac”.
  - 8.2.5.- Cálculo de la sección por cortocircuito (lado ac)

9.- Puesta a tierra

10.- Canalizaciones

**\*.- Anexo nº 2.- Estudio Básico de Seguridad y Salud**

- 1.- Introducción y justificación técnico - jurídica
- 2.- Centro de trabajo
- 3.- Centros sanitarios próximos
- 4.- Características obra proyectada
- 5.- Información previa a la realización de la obra
- 6.- Instalación eléctrica
- 7.- Contratistas y subcontratistas- Identificación trabajadores expuestos en obra.

- 8.- Descripción por fases del proceso
  - 8.1.- Fase de actuaciones previas: Replanteo.
  - 8.2.- Fase de acopio y transporte de materiales
  - 8.3.- Fase excavación de cimentaciones y apertura de zanjas
  - 8.4.- Fase de colocación y hormigonado de tubos
  - 8.5.- Fase de montaje, tendido subterráneo de conductores
  - 8.6.- Obra civil para caseta prefabricada y varios
  - 8.7.- Fase montaje estructura para paneles solares
  - 8.8.- Fase de canalizaciones de conductores
  - 8.9.- Fase de colocación de equipos.
  - 8.10.- Uso de maquinaria y herramienta.
  - 8.11.- Trabajos en altura.
  - 8.12.- Fase de empalmes y terminaciones
  - 8.13.- Fase de conexiónado a la red
- 9.- Maquinaria
- 10.- Medios auxiliares
- 11.- Previsión para trabajos posteriores.
- 12.- Legislación específica.

**\*. - Anexo nº 3.- Mantenimiento instalaciones fotovoltaicas.**

- 1.- Escalones de actuación del mantenimiento.
  - 1.1.- Mantenimiento preventivo
  - 1.2.- Mantenimiento correctivo
- 2.- Tareas a realizar en el mantenimiento- Elementos donde hay que aplicar mantenimiento.
  - 2.1.- Módulos fotovoltaicos
  - 2.2.- Instalación eléctrica de c.c.- subsistema de generación.
  - 2.3.- Instalación eléctrica de c.a. BT - Subsistema de generación
  - 2.4.- Inversores
  - 2.5.- Sistema de ventilación y/o climatización.
  - 2.6.- Estructura soporte o seguidor.
  - 2.7.- Monitorización.
  - 2.8.- Instalación eléctrica general y servicios auxiliares
  - 2.9.- Obra civil
  - 2.10.- Sistema de seguridad
- 3.- Principales herramientas del mantenimiento
  - 3.1.- Termografía
  - 3.2.- Trazador de curvas I/V
  - 3.3.- Monitoreo del rendimiento.

**\*.- Anexo nº 4.- Estudio gestión residuos de la construcción y demolición.**

- 1.- Antecedentes
- 2.- Objeto y contenido del documento
- 3.- Estudio de gestión de residuos
  - 3.1.- Identificación residuos a generar.
  - 3.2.- Estimación cantidad
  - 3.3.- Medidas de segregación “in situ”
  - 3.4.- Previsión operaciones reutilización
  - 3.5.- Previsión operaciones de valorización
  - 3.6.- Destino previsto de los residuos
  - 3.7.- Planos instalaciones previstas
  - 3.8.- Condiciones a cumplir para la correcta gestión de los RCDs
  - 3.9.- Valoración costes gestión correcta residuos
- 4.- Conclusión

**2.- PLANOS**

- 1.- Situación, emplazamiento y RCS.
- 2.- Esquema unifilar eléctrico.
- 3.- Replanteo- Disposición módulos FV
- 4.- Planta distribución paneles FV- Detalle estructura soporte
- 5.- Caseta inversor
- 6.- Sistema Puesta a Tierra
- 7.- Línea descarga FV en BT
- 8.-Detalle canalizaciones subterráneas- Zanjas
- 9.- Detalle canalizaciones subterráneas- Arquetas
- 10.- Detalle APM (CPMT-300FV) instalación FV
- 11.- Vallado parcela

**3.- PLIEGO DE CONDICIONES**

- 1.- Objeto
- 2.- Disposiciones aplicables
- 3.- Instalaciones de enlace.
- 4.- Instalaciones interiores o receptoras
- 5.- Verificación del aislamiento
- 6.- Disposiciones generales
- 7.- Recepción del material
- 8.- Recepción de la instalación
- 9.- Responsabilidad de utilización
- 10.- Condiciones de medición y abonos específicos.

- 11.- Condiciones que deben reunir los materiales
  - 11.1.- Luminarias
  - 11.2.- Conductores eléctricos
  - 11.3.- Cajas de derivación y protección
  - 11.4.- Cuadros de mando
  - 11.5.- Aparatos de protección
- 12.- Tomas de tierra
- 13.- Canalizaciones eléctricas subterráneas
- 14.- Instalación fotovoltaica
  - 14.1.- Diseño del generador fotovoltaico.
  - 14.2.- Diseño del sistema de monitorización.
  - 14.3.- Componentes y materiales
  - 14.4.- Recepción y pruebas
  - 14.5.- Programa de mantenimiento.
- 15.- Identificación de los equipos y señalizaciones.
- 16.- Instalación ejecutada por mas de una empresa instaladora

#### **4.- PRESUPUESTO**

- 1.- Módulos fotovoltaicos y estructura soporte
- 2.- Inversor y sistema monitorización.
- 3.- Caseta para inversor y protecciones eléctricas
- 4.- Instalación eléctrica DC.
- 5.- Instalación eléctrica AC
- 6.- Equipo de medida
- 7.- Canalizaciones subterráneas y obra civil
- 8.- Medidas de seguridad y salud en la obra
- 9.- Gestión residuos RCDs
- 10.- Resumen del presupuesto.

# MEMORIA DESCRIPTIVA

# **PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES NO ACOGIDOS A COMPENSACIÓN (NO UN ÚNICO CONTRATO) DENOMINADA “CAHERPA-1”**

**PRODUCTOR Y TITULAR: CAHERPA SERVICIOS ENERGÉTICOS, S.L.**

**CONSUMIDOR: VARIOS.**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.- ANTECEDENTES**

El presente proyecto trata el diseño de un sistema de autoconsumo basado en energía solar fotovoltaica, para varios suministros eléctricos. El objetivo principal es el análisis técnico-económico del proyecto y proponer las distribuciones de paneles. Se estudiarán las curvas de consumo de los distintos suministros y se desarrollará un estudio energético hora a hora para comprobar en qué medida la energía generada mediante la instalación fotovoltaica es capaz de cubrir el gasto de electricidad de los suministros.

Para el desarrollo del proyecto se ha seguido la normativa vigente, principalmente lo expuesto en el Real Decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. En dicho Real Decreto se define el concepto de autoconsumo y sus diferentes modalidades a las cuales los consumidores se pueden acoger.

Se proyecta la instalación de producción próxima a las de consumo y asociada a las mismas: Instalación de producción o generación destinada a generar energía eléctrica para suministrar a uno o más consumidores acogidos a la modalidad de instalación conectada a la red, ya que se verifica que se encuentra conectada a una distancia inferior a 2.000 metros de los consumidores asociados (RD 20/2022)

El productor y titular de la instalación será la mercantil Caherpa Servicios Energéticos, S.L., con NIF: B26 557 595 con domicilio social en la C/ Hermandad nº 1- 1ºC de Autor (La Rioja); los consumidores estarán asociados a la instalación.

Se proyecta la realización de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, instalaciones próximas a través de red, con una potencia nominal de 99,96 KWp, empleando paneles fotovoltaicos que transforman la energía lumínica procedente del sol en energía eléctrica. La corriente alterna de salida del inversor se inyectará a la red de baja tensión de la Compañía Suministradora, a la misma tensión y frecuencia de la red de suministro existente, de forma que se sincronice perfectamente con los valores de ésta. La tecnología de los inversores actuales introduce una distorsión mínima en la onda de la red.

### **Autoconsumo con excedentes no acogida a compensación**

Esto permite vender todos los excedentes que tenga la instalación al mercado eléctrico por lo que sería productor, no autoconsumidor y deberá responder como tal. Esto supone darse de alta como productor de energías renovables en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPEE), normalmente suscribirá un contrato de representación en el mercado, o constituirse como agente del mercado y hacer frente a trámites fiscales y administrativos pertinentes, ya que se considera que estamos llevando a cabo una actividad económica.

El emplazamiento de los paneles será en una parcela rústica mediante estructura fija tipo Este/Oeste – Bastidor SS-N1-A1, hincada al terreno

Los paneles quedarán unidos entre sí en serie (string) hasta obtener la tensión de trabajo del inversor, y varias series en paralelo hasta lograr la potencia deseada. El inversor además controlará al grupo de paneles para hacer trabajar a éstos en el punto de máxima potencia, en la curva característica de tensión-corriente.

## **2.- OBJETO**

El objeto del presente proyecto es el de definir, describir y señalar las condiciones técnicas de una instalación solar fotovoltaica de potencia nominal 99,96 KWp de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, con paneles solares fotovoltaicos a emplazar en estructura fija hincada al suelo.

La instalación verificará la normativa aplicable a esta actividad y mediante el presente proyecto, en unión del resto de la documentación aneja al mismo, se solicitará el registro y puesta en servicio de la instalación ante los Organismos Oficiales (conexión a la red de BT y modificaciones de los contratos de las receptoras de BT de los consumidores asociados).

En especial se verificará lo dispuesto en:

- Real Decreto 842/2.002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC del Ministerio de Ciencia y Tecnología, en especial la ITC BT-40, instalaciones generadoras de baja tensión.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 15/2018 de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015 de 9 de octubre por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. (se modifican varios artículos de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico)
- Real Decreto 413/2014 de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica con sus modificaciones RD 20/2022
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica
- 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; modificado por el Real Decreto-Ley 15/2018 de 5 de octubre
- Real Decreto-ley 29/2021 de 21 de diciembre, medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Resolución 128/2025, de 6 de febrero, por la que se establece el procedimiento para la regularización de instalaciones afectadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normativa urbanística de Autol.

En los documentos del Proyecto, se describe (Memoria), representa (Planos), se fijan características (Pliego de Condiciones) y valora (Presupuesto), la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación proyectada.

### **3.- EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN GENERACIÓN FV.**

La instalación quedará emplazada en el Polígono 20- Parcela 185 (zona-3), término Cerro de Santiago, al lado del camino Quel-Autol.

Las coordenadas UTM 30 en el acceso a la parcela son:

- X = 581.547
- Y = 4.674.557
- Z = 489 metros

### **4.- EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

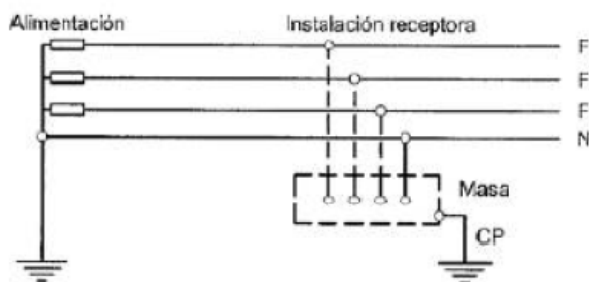
La Empresa suministradora de energía eléctrica de la zona es Electra de Autol, S.A.U, con NIF: A26.018184 y domicilio social en la c/ Hermandad nº 1- 1º centro de Autol (La Rioja).

### **5.- CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE BT**

El suministro eléctrico a los abonados cercanos al emplazamiento de las placas FV, se efectúa en baja tensión por medio de corriente alterna 50 Hz, en distribución trifásica más neutro y con una tensión de 400V entre fases y 230V entre fase y neutro.

La intensidad de cortocircuito prevista en el origen de la instalación es de unos 16 KA. (Considerando un transformador de potencia 630 KVA y red BT).

El esquema de distribución es TT, con neutro conectado a tierra. Las masas de la instalación receptora estarán conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.



### **6.- MODALIDAD DE AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES.**

Los requisitos generales para acogerse a una modalidad de autoconsumo se establecen en el artículo 5 del Real Decreto 900/2015 de 9 de octubre, RD-Ley 15/2018 y Real Decreto 244/2019 con las modificaciones señaladas en el RD-Ley 29/2021 y RD 20/2022 distinguiéndose los mismos en función de la modalidad de autoconsumo elegida.

El Real Decreto 244/2019 por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica regula las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Son instalaciones de generación que pueden, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar la energía excedentaria en la red de distribución. En este caso existirán dos tipos de sujetos el consumidor y el productor.

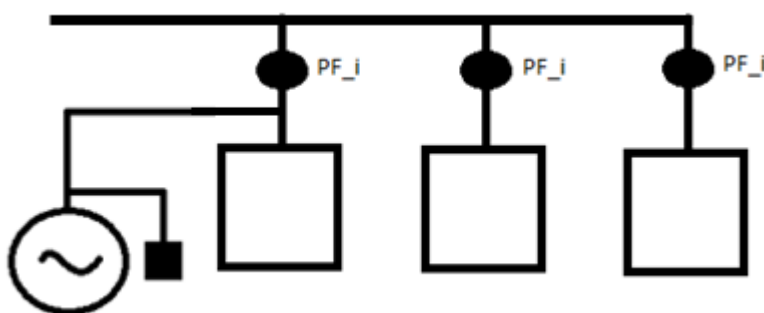
#### **Autoconsumo con excedentes no acogida a compensación (art. 4).**

Modalidad con excedentes no acogida a compensación: Pertenecerán a esta modalidad, todos aquellos casos de autoconsumo con excedentes que no cumplan con alguno de los requisitos para pertenecer a la modalidad con excedentes acogida a compensación o que voluntariamente opten por no acogerse a dicha modalidad.

En las modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes, cuando las instalaciones de producción próximas y asociadas al consumo compartan infraestructuras de conexión a la red de transporte o distribución o se conecten en la red interior de un consumidor, los consumidores y productores responderán solidariamente por el incumplimiento de los preceptos recogidos en este real decreto aceptando las consecuencias que la desconexión del citado punto, en aplicación de la normativa vigente, pudiera conllevar para cualquiera de las partes, entre ellas, la imposibilidad del productor de venta de energía y la percepción de la retribución que le hubiera correspondido o la imposibilidad del consumidor de adquirir energía. El contrato de acceso que el consumidor, y en su caso el productor, directamente o a través de la empresa comercializadora, suscriba con la empresa distribuidora, recogerá la previsión recogida en este apartado.

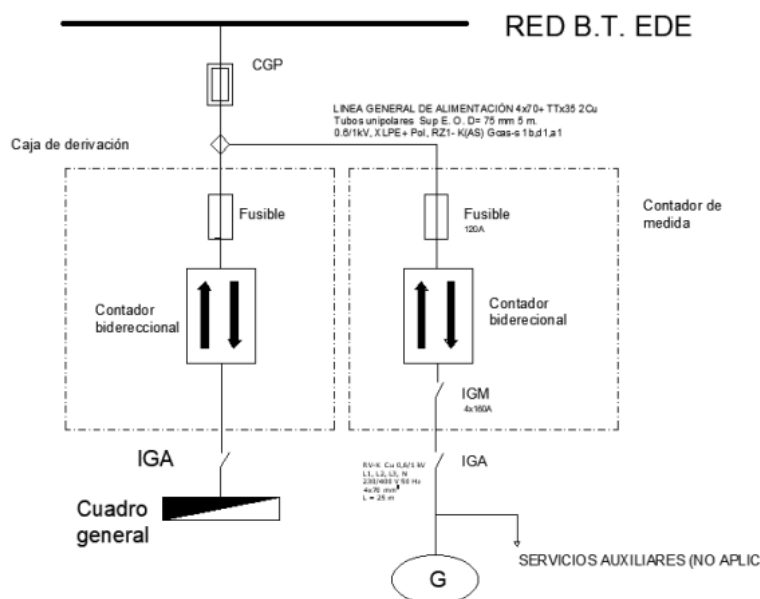
Podrán instalarse elementos de almacenamiento en las instalaciones de autoconsumo reguladas en este real decreto, cuando dispongan de las protecciones establecidas en la normativa de seguridad y calidad industrial que les sea de aplicación.

En el caso de autoconsumo a través de red, los servicios auxiliares de producción no están conectados en red interior, de modo que no es posible unificar su contrato de suministro con el del consumo (Art 4.2.a). Únicamente cuando los servicios auxiliares de producción puedan considerarse despreciables, será posible interpretar que se cumplen las condiciones establecidas en el citado artículo 4.2, tal y como se muestra en el siguiente esquema:



En este sentido, el artículo 3.j) del Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, establece los requisitos para que los servicios auxiliares de producción puedan considerarse despreciables, y que se describen a continuación:

- Sean instalaciones próximas de red interior,
- Se trate de instalaciones de generación renovable con potencia instalada hasta 100KW,
- En cómputo anual, consuman menos del 1% de energía neta generada por la instalación.



### MÉTODO DE CONEXIÓN

#### Conexión con la red de BT - Requisitos de medida según RD 244/2019

Se seguirá lo indicado en el **Condicionado Técnico de Acceso y Conexión** emitido por la empresa distribuidora para el punto de conexión con su Red de Baja Tensión. El punto de conexión es el fijado por la compañía suministradora de energía eléctrica.

Los puntos de medida de las instalaciones acogidas a las modalidades de autoconsumo se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre y en su caso a lo señalado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, con las modificaciones señaladas en el Real Decreto 244/2019 y a la reglamentación vigente en materia de medida y seguridad y calidad industrial, entre otros el RD 1183/2020.

Los equipos de medida se instalarán en las redes interiores correspondientes, en los puntos más próximos posibles al punto frontera, y tendrán capacidad de medida de resolución al menos horaria.

Se ubicará un armario exterior que cumpla con las siguientes especificaciones técnicas, cumpliendo con la normativa IEC y UL:

- Envoltentes en Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio IP66 / IK10 para garantizar una vida útil al conjunto de aparamenta de hasta 30 años.
- La intensidad del interruptor seccionador acorde a la tensión de la instalación y a la intensidad del fusible.

Según se establece en el artículo 10 del RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, los sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo dispondrán de los equipos de medida necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos, peajes de acceso y otros costes y servicios del sistema que les resulten de aplicación.

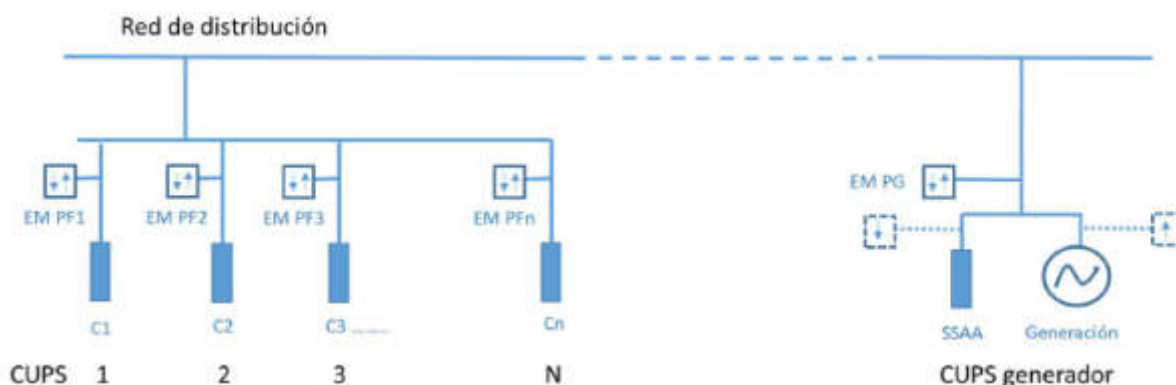
Con carácter general, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o, en su caso, un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera.

Tal y como se contempla en el punto 3° del artículo 10, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

- Se realice autoconsumo colectivo.
- La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.

### **Medida en Frontera de cada Cliente (PFx) y Generación Neta (PG)**

Se deberá disponer de un equipo de medida en la frontera de cada cliente y de un EM que registre la generación neta



Con carácter potestativo, se podrá sustituir el EM de energía de generación neta por un equipo que mida la energía bruta generada y otro que mida el consumo de SSAA (equipos representados con trazo discontinuo) En nuestro caso el suministro a SSAA no aplica

## **7.- CLASIFICACIÓN DEL LOCAL A EFECTOS DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

A efectos de la instalación eléctrica proyectada para autoconsumo, se puede definir la siguiente clasificación de emplazamientos:

ZONA	Tipo de emplazamiento
Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con excedentes	Instalación generadora de energía eléctrica ITC-BT-40
Emplazamiento paneles solares fotovoltaicos en estructura metálica fija hincada en el terreno.	Emplazamiento mojado ITC-BT-30

## **8.- INST. SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES.**

### **8.1.- GENERALIDADES.**

La instalación de producción de energía eléctrica, por medio de paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, dispone de las siguientes partes:

- Campo generador fotovoltaico. Se convierte la energía solar captada por los paneles solares emplazados en estructura metálica fija de suelo, en energía eléctrica de corriente continua.
- Inversor. Convierte la energía eléctrica de corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos, en energía eléctrica de corriente alterna.

- Conductores: Transportan la energía generada por el campo fotovoltaica hasta los inversores y posteriormente desde estos hasta el punto de conexión con la red de Baja Tensión existente en la zona.
- Protecciones. Protege la instalación de sobrecargas, cortocircuitos y fallos a tierra.
- Contadores. Registran la energía generada y consumida por la instalación.
- Seguidores del punto de máxima potencia “MPPT”. Seguidores independiente del inversor para que los paneles FV trabajen en el punto de máxima potencia, en la curva característica de tensión-corriente.

## **8.2.- DATOS BÁSICOS DE LA INSTALACIÓN.**

La presente instalación fotovoltaica pretende abastecer parte del consumo eléctrico de varias receptoras de BT asociadas al autoconsumo colectivo.

La instalación solar fotovoltaica tendrá una potencia nominal de 99,96 KW (Potencia pico placas fotovoltaicas), con una potencia en inversor de 100 KWn.

Los paneles fotovoltaicos se fijarán a una estructura metálica hincada SS-HIN-EO fija con perfiles P41A y con una inclinación de 10°.

La instalación estará compuesta por:

- Un campo solar formado por 168 paneles fotovoltaicos de 595 Wp.
- Estructura de sustentación de paneles solares fija hincada a suelo.
- Un inversor trifásico INGECON SUN 110TL M9 de 100 KWn/Ud., que transformará la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.
- Protecciones eléctricas DC (parte integradas en el inversor).
- Protecciones eléctricas AC.
- Equipo de medida de generación

## **8.3.- DATOS BÁSICOS DEL CAMPO GENERADOR.**

El generador fotovoltaico estará compuesto por 168 paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino con hoja posterior marca Trina Solar modelo Vertex TSM-DE20- 595Wp, de 120 células Half- Cut, con unas dimensiones 2172\*1303\*35 mm, peso 30.90 Kg, con una potencia pico por panel de 595 Wp.

Por tanto, la potencia pico del generador fotovoltaico en condiciones estándar de funcionamiento (STC) será de: 168 paneles FV \* 595 Wp = 99.960 Wp.

Todos los módulos cumplirán las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio monocristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre ó logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. El generador fotovoltaico estará constituido por 168 paneles, repartidos de la siguiente manera:

- Inversor: 168 paneles cableados en 12 strings de 14 paneles cada uno.

El reparto por seguidor de los string será de:

- MPPT1: 2 x 14
- MPPT2: 2 x 14
- MPPT3: 2 x 14
- MPPT4: 1 x 14
- MPPT5: 1 x 14
- MPPT6: 1 x 14
- MPPT7: 1 x 14
- MPPT8: 1 x 14
- MPPT9: 1 x 14

Donde:

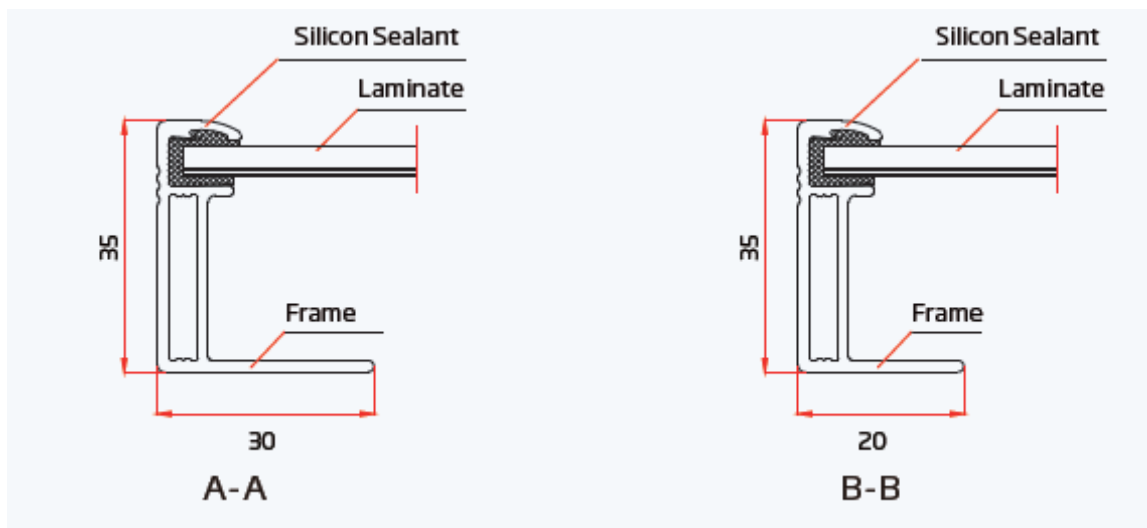
- MPPT (Maximum Power Point Tracker) = Seguidor de punto de máxima potencia del inversor

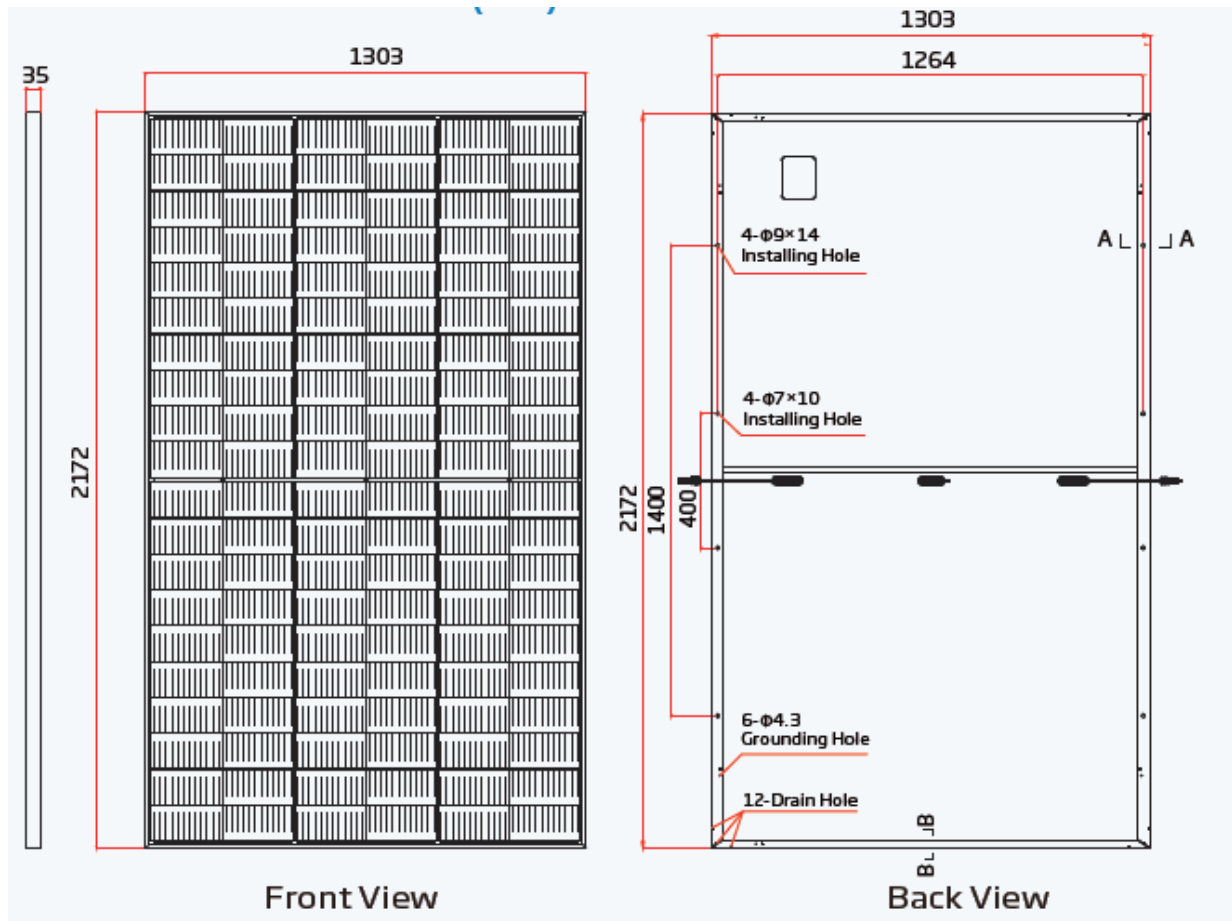
#### **8.4.- PANELES FOTOVOLTAICOS.**

El módulo fotovoltaico Vertex TSM-DE20- 595 Wp es uno de los módulos más fiables del sector. Con una mayor resistencia a los puntos calientes y al exceso de temperatura, las **células de medio corte** pueden mejorar la fiabilidad del módulo. La aplicación de **células multibarra** permite obtener cargas más uniformes para evitar tensiones, lo que se traduce en un mejor rendimiento incluso en caso de ligeras fisuras.

El módulo dispone de 120 células solares que ofrecen una potencia superior al panel solar. Las células solares están partidas en dos, la corriente que circula por ellas disminuye a la mitad reduciendo en la misma proporción las pérdidas internas de la placa fotovoltaica.

Las características del panel se muestran a continuación:





### Características técnicas del Panel solar fotovoltaico

- Potencia máxima ( $W_p$ ): 595 Wp (STC)
  - Voltaje a máxima potencia ( $V_{MPP}$ ): 34,20 V
  - Voltaje en circuito abierto ( $V_{OC}$ ): 41,30 V
  - Corriente a máxima potencia ( $I_{MPP}$ ): 17,40 A
  - Corriente en cortocircuito ( $I_{SC}$ ): 18,47 A
  - Eficiencia del módulo  $\eta_m$ : 21,00 %
- STC → Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>; cell temperature 25°C, Air Mass AM1.5
  - $I_{SC}$  → Corriente de cortocircuito, valor de la corriente que circula por la placa solar, cuando la tensión en sus terminales es nula  $V = 0$  y es la máxima corriente que se podría llegar a obtener (en caso ideal) del panel solar cuando trabaja como generador

### 8.5.- EMPLAZAMIENTO PANELES

Se propone una estructura estática que permita colocar el pórtico de módulos en posición vertical con un grado de inclinación de 10°(este/oeste), dicha estructura se clavará en el suelo con pilares metálicos galvanizados P41A, lo cual permite una fácil adaptación a terrenos que no sean totalmente planos. La profundidad a la que se clavan los pilares depende de las características del terreno y se calcula después de realizar las correspondientes comprobaciones in-situ. En caso de imposibilidad de hincado se utilizará una solución de lastrado mediante tubos de hormigón rellenos de hormigón en masa

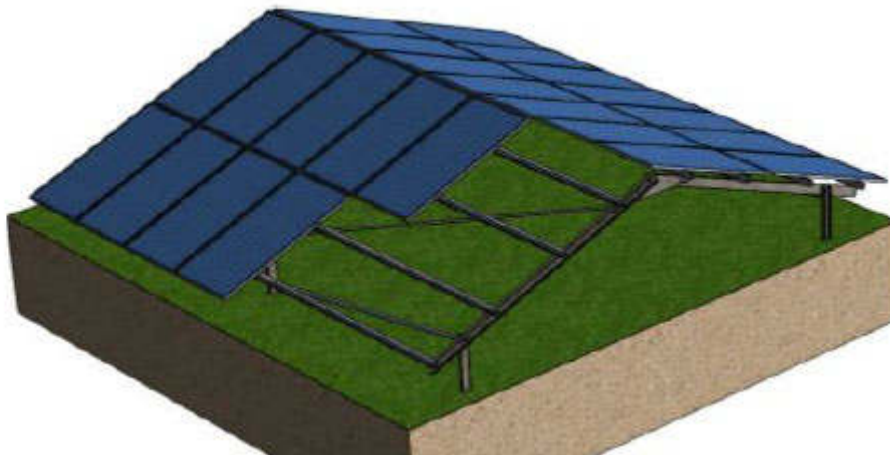
La estructura será diseñada para resistir las fuerzas producidas por viento, nieve y terremotos, a la vez que las fuerzas del propio peso de la estructura, y por consiguiente será capaz de soportar situaciones meteorológicas adversas durante periodos de tiempo prolongados.

Todos los materiales utilizados para fabricar la estructura serán de acero galvanizado y aluminio para prevenir y evitar oxidación.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Para ello, previamente a la definición del diseño final, se realizarán unas pruebas in situ para confirmar la idoneidad de la solución propuesta. Se tendrán además en cuenta las cargas sobre la estructura: peso propio, viento y nieve.

Las filas de las estructuras se dispondrán de forma que se minimicen las sombras entre ellos, pero optimizando el aprovechamiento del terreno. Se asegura así el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente para la latitud del emplazamiento y, además, se minimiza el impacto visual.



## **8.6.- INVERSOR.**

Se instalará un inversor especialmente diseñado para conexión a red. Se utilizará un inversor INGETEAM modelo Ingecon Sun 3 Play 110TL M9, con una potencia unitaria en corriente alterna de 110 KWn – 400V (de fábrica saldrá para una potencia unitaria de 100 KWn) y una tensión de máxima en corriente continua de 1.100 V; el rango de tensión de MPPT es de 200-1000V.

Las características básicas del inversor son las siguientes:

- Inyección trifásica
- EMS Integrado (El EMS determina las consignas de producción del inversor en base a los parámetros configurados en la estrategia y al consumo existente en la instalación. El ajuste de producción se establece de forma proporcional a la potencia nominal del inversor.)
- Sistema con múltiples MPPT
- Conversión sin transformador.
- Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas en la salida
- Protección anti-isla con desconexión automática.
- Protección contra sobretensiones AC con descargadores tipo 2,
- Protección contra sobretensiones AC con descargadores tipo 2.
- Protección contra sobretensiones DC con descargadores tipo 2.
- Dispositivo de desconexión CC electrónico integrado.
- Protección contra polaridad inversa
- Fallos de aislamientos
- Amplio rango de tensión de entrada.
- Software INGECON® SUN Monitor para la monitorización de instalaciones fotovoltaicas.
- Conexión del sensor para la medición del consumo de la industria, así como para el control de la potencia activa.



En la siguiente tabla se señalan las principales características técnicas del modelo a instalar: 110 TL M9:

#### DATOS GENERALES

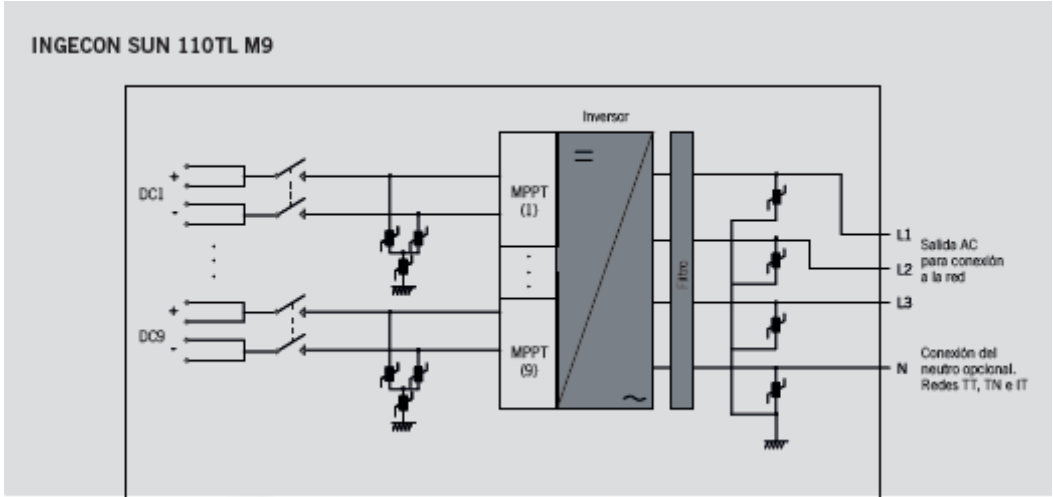
	Elementos integrados
Seccionador DC	✓
Modo anti-isla	✓
Protección contra sobretensión AC	✓
Protección contra cortocircuitos AC	✓
Conexión inversa DC	✓
Protectores de sobretensiones DC y AC de tipo II	✓
Detección de aislamiento	✓
Protección contra corriente de fuga	✓
Monitorización de strings fotovoltaicos	✓
Monitorización del consumo de carga nodurna	✓

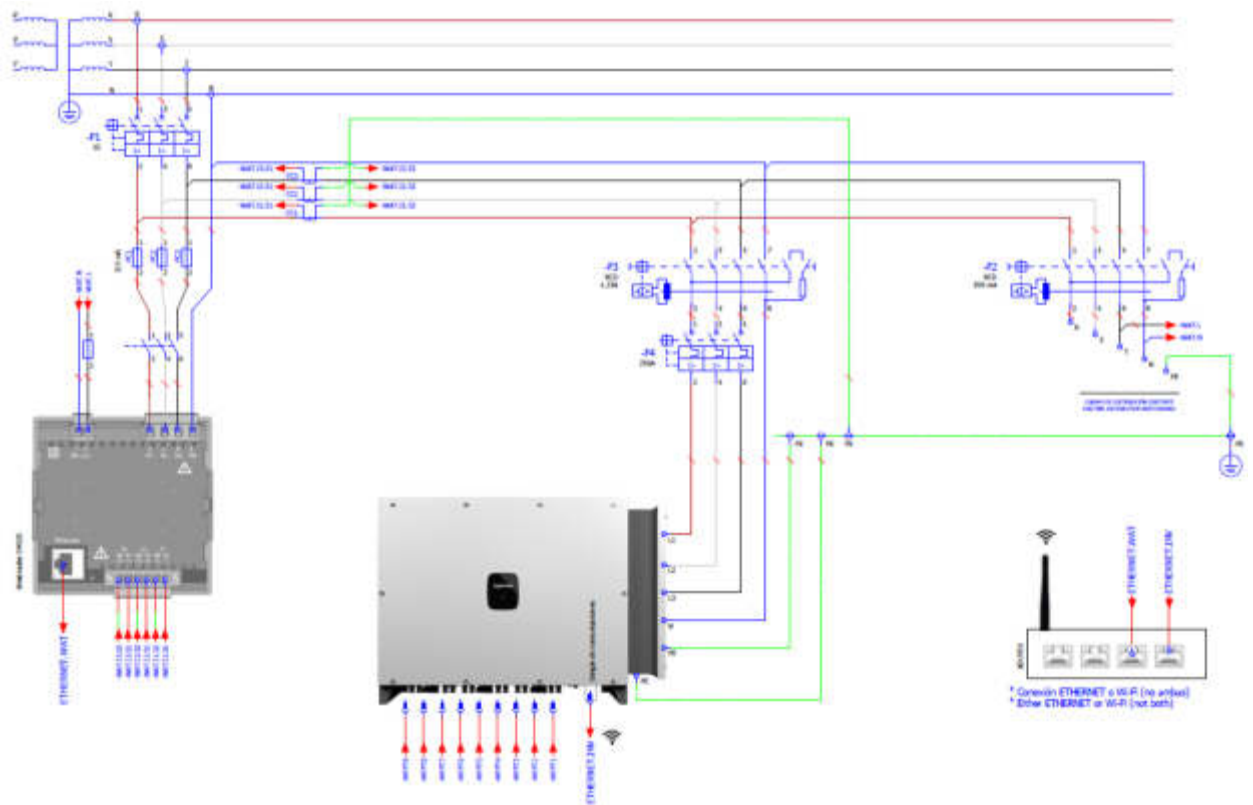
110TL M9	
ENTRADA (DC)	
Rango de potencia recomendado del módulo fotovoltaico	113,3 - 165 kWp
Rango de tensión de MPPT	200 - 1.000 V
Tensión máxima <sup>(1)</sup>	1.100 V
Tensión de entrada nominal	600 V
Tensión de arranque / Tensión de funcionamiento mín.	250 V / 200 V
Corriente de cortocircuito máxima	3*50A + 6*45A
Corriente máxima	3*40 A + 6*32 A
Entradas con conectores fotovoltaicos	18 (9*2)
Número de MPPT	9
SALIDA (AC)	
Potencia nominal	110 kW
Potencia aparente máxima	110 kVA (bajo configuración de la norma española NTS)
Corriente de salida máxima	187A
Tensión nominal	400 V
Rango de tensión <sup>(2)</sup>	322 V - 520 V (regulable)
Frecuencia	50 / 60 Hz
Tipo de red	TT / TN / IT
Factor de potencia regulable	SI, 0 - 1 (avance / retroceso)
EFICIENCIA	
Eficiencia máxima	98,2%
Euroeficiencia	97,8%
INFORMACION GENERAL	
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada
Consumo nocturno	< 10 W
Temperatura ambiente	-25°C to 60°C
Humedad relativa (sin condensación)	0 - 100 %
Clase de protección	IP66
Marcado	CE
Emisiones acústicas	< 65 dB
Altitud de funcionamiento máxima	4.000 m
Normas de compatibilidad electromagnética y seguridad	EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 62109-1, EN 62109-2
Normas de conexión a la red	IEC 61727:2004, IEC 62116:2014, EN 50549-1:2019, EN 50549-2:2019, UNE 217002:2020, UNE 217001:2020, NTS SEPE 2.1 type B, CEI 0-21 v1 November 2022 (including Allegato B), CEI 0-16 v1 November 2022 (including Allegato N), VDE-AR-N 4105:2018, DIN VDE V 0124-100/06.20

Notas

<sup>(1)</sup> Tensión máxima que soporta el equipo sin dañarse. El rango de tensiones de entrada DC para conexión a red es el rango de MPPT.  
<sup>(2)</sup> El rango de tensión y frecuencia de salida puede variar en función de los distintos códigos de red.

ESQUEMA ELÉCTRICO

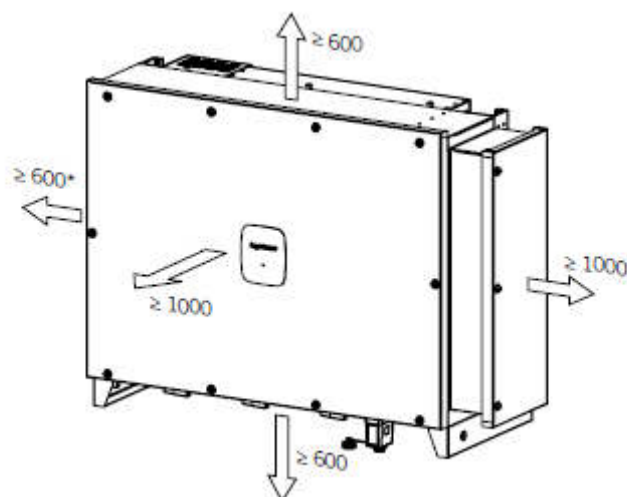




### El emplazamiento del inversor:

En caso de instalar el inversor dentro de un habitáculo cerrado (habitación, caseta, etc.) proveer una correcta ventilación. El rango de funcionamiento de los equipos depende de su temperatura ambiente por lo que una ventilación deficiente puede llevar a una limitación de sus capacidades.

Mantener libre de obstáculos las siguientes distancias mínimas:



\* En caso de que se ubiquen varios inversores contiguos la distancia mínima entre ellos será de 1000 mm.

### **8.7.- CASETAS PARA INVERSOR.**

Se proyecta la instalación del inversores en el interior de una caseta prefabricada (hornacina) de hormigón, situadas en puntos centrales de las agrupaciones de placas, con objeto de minimizar el trazado de las canalizaciones eléctricas.

La caseta dispondrá del inversor, del cuadro de protecciones BT-400V y rack de comunicación e instalación de seguridad de intrusión.

El emplazamiento de las casetas queda representado en los planos adjuntos.

Las casetas serán prefabricadas de hormigón armado HA-25, de la casa Pretucom Carlet, S.L., (o similar) con un peso de 3.250 Kg y unas dimensiones de 2,14\*1,68\*2,18 m (ancho\* profundo\* alto), dotado de puerta de acceso de dimensiones 1,20\*1,83 m formada por plancha metálica galvanizada dotada de rejilla de ventilación; la caseta dispone de losa de cimentación de hormigón armado de dimensiones 2,30\* 1,85\* 0,16 m

Debajo de la losa de hormigón existirá una arqueta de 1,00\* 1,00\* 1,00 m, a la cual llegarán las canalizaciones subterráneas de las canalizaciones, con huecos de acceso de los cableados a la caseta.



### **8.8- PROTECCIONES ELÉCTRICAS.**

#### **Protección en corriente continua – Contactos directos e indirectos**

El inversor se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contactos directos e indirectos, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- Aislamiento de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en los inversores, que detectan la aparición de derivaciones a tierra. Los inversores detendrán su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

En el diseño de la protección individual de los cables de cada string, hay que tener en cuenta que la corriente de cortocircuito es aproximadamente igual que la corriente nominal del string. Este hecho condiciona la utilización de fusibles o disyuntores que puedan utilizarse para proteger el cableado contra los cortocircuitos.

Por lo tanto, la protección contra cortocircuitos en el generador fotovoltaico, por fallas en el aislamiento o falla en la protección a tierra, se recomienda realizarla mediante el uso de sistemas de protección de corte automático, sensible a las tensiones de contacto en corriente continua.

### **Protección en corriente continua (dc) sobrecargas:**

Se instalará al lado del inversor un armario que alojará en su interior unas bases portafusibles gPV con fusibles específicos de corriente continua, necesarios para la protección de las instalaciones fotovoltaicas, los fusibles serán del tipo gPV cilíndricos de 20 A y 1500 V<sub>DC</sub>.

Los fusibles también podrán instalarse en conectores solares con fusibles modelo ST6 FMF.20

### **Sobretensiones**

Sobre el generador fotovoltaico se pueden producir sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada de CC de los inversores mediante dispositivos de protección de clase II (integrado en el inversor), válido para la mayoría de equipos conectados a la red, y a través de varistores con vigilancia térmica.

### **Protección en corriente eléctrica alterna (ac):**

El inversor incorpora descargadores de sobretensiones tipo 2 y un kit de medida de corrientes y autoconsumo.

Se instalará para el inversor, una protección de la canalización de corriente alterna (corriente máxima del inversor 187A), a emplazar en un cuadro de protección de BT, formada por:

INVERSOR	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
100 KWn	4P-250A Reg	Relé diferencial-300 mA

La alimentación a los servicios auxiliares de la caseta de inversor se realizará desde un cuadro eléctrico alimentado por la salida del inversor. En la caseta existirá un cuadro auxiliar con protección magnetotérmica y diferencial según esquema representado en planos.

## **8.9.- CONDUCTORES Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN.**

Todos los conductores de los circuitos de la instalación serán de cobre y/o aluminio. Su dimensionado cumplirá con las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad no inferior a:

- Corriente continua “DC”, factor de corrección 1,4 (instalación generadora fotovoltaica, IEC 62548). Se proyecta la instalación de cables H1Z2Z2-K de 2x6 mm<sup>2</sup>-Cu para distancias hasta 56 metros desde string /inversor y cables de 2x10 mm<sup>2</sup> para distancias de 56 a 93 metros (con cable de 16 mm<sup>2</sup> la distancia puede llegar a 150 metros).
- Corriente alterna “AC”, Factor de corrección 1,25 (ITC-BT40- El inversor limita la corriente de salida). Se proyecta la instalación de cable tipo RZ1-K(AS) 0,6/1KV de 4(1x240Al) entre inversor y equipo de medida y cable XZ1(S) 0,6/1KV de 3(1x240AL)F+ 1 (1x150Al) N entre equipo y red de Compañía (acometida).

Las canalizaciones de los circuitos, serán:

- **Cable de corriente continua:**
  - Canalización subterránea bajo tubo TPC-DN90, una vez en la caseta técnica de emplazamiento del inversor, con cables alojados en bandeja metálica Rejiband de superficie.
- **Cables de corriente alterna:**
  - Montaje en canalización subterránea tubos TPC-160 desde caseta hasta cercanía del Centro de Transformación de la Compañía Suministradora denominado “Cerro de Santiago”.

Los diámetros de los tubos o canales no serán inferiores a los mostrados en las tablas de la ITC-BT-21 e ITF-BT-07. Su colocación se realizará mediante las disposiciones de las mismas instrucciones.

### **8.10.- CONEXIÓN A LA RED BT.**

El punto de conexión se realizará en el cuadro de distribución de BT de la Compañía suministradora emplazado en el CT “Cerro de Santiago”

Los puntos de medida de las instalaciones acogidas a las modalidades de autoconsumo se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, con las modificaciones señaladas en el Real Decreto 244/2019 y a la reglamentación vigente en materia de medida y seguridad y calidad industrial, entre otros el RD 1183/2020.

Los equipos de medida se instalarán en los puntos más próximos posibles al punto frontera, y tendrán capacidad de medida de resolución al menos horaria.

### **8.11.- SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.**

El generador fotovoltaico llevará incorporado dos sistemas de monitorización y telegestión. El sistema base, será aquel incorporado en los inversores y permitirá gestionar y monitorizar la operación del generador “in situ”. Estará conformado por un sistema de adquisición de datos y registro, que junto con la posibilidad de enlace con los dispositivos que opcionalmente se instalarán en las cajas de conexionado de *strings*, facilitará las labores de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de cada generador. Este sistema base podrá ser consultado siempre mediante la interfaz estándar del inversor.

El segundo sistema, denominado, sistema global, será el que permita al propietario una monitorización global de la instalación vía internet. Este sistema estará compuesto por un módulo de adquisición de datos (MAD), sensores de temperatura y radiación, un sistema de emisión de datos y el software de gestión central. Esta información junto con la obtenida del resto de entradas de información, permitirá:

- El seguimiento de la instalación en tiempo real.
- Controlar y visualizar los parámetros básicos del generador (energía, potencia, radiación, temperaturas) diarios, mensuales y anuales.
- Gestionar el mantenimiento de la instalación, para garantizar los niveles de productividad.
- La notificación de fallos a distancia.

En cualquier caso, el sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.

### **Instalación de comunicaciones**

En paralelo a los conductores de fuerza para la generación y alimentación de equipos, se tenderán tubos específicos para canalizar las comunicaciones entre equipos.

Se tendera una red de conductores cable FTP Cat-6, RS-485 Modbus o F.O., para los inversores. El cableado se realizará de una sola tirada entre equipos, estando terminantemente prohibidos los puntos de transición, empalmes o inserción de dispositivos.

Las tomas de telecomunicaciones se realizarán mediante conectores hembra o macho RJ45 con 8 contactos, o bien mediante conexión de los cables a los borneros, pero siempre utilizando terminales o punteras.

## **9.- VERIFICACIÓN DE LA ITC-BT-40/ R. ELECTROTÉCNICO PARA B.T.**

La instalación verificará en especial las exigencias de la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para baja Tensión con las modificaciones señaladas en Real Decreto 244/2019.

La instalación pertenece a la modalidad “c” instalación generadora interconectada; las prescripciones son aplicables a todas las instalaciones de autoconsumo interconectadas, sea cual sea su potencia.

La instalación dispondrá de un dispositivo que controle y limite la inyección de corriente continua y la generación de sobretensiones, así como impedirá el funcionamiento en isla de dicha red de distribución, de forma que la conexión de la instalación de generación no afectará al funcionamiento normal de la red ni a la calidad del suministro de los clientes conectados a ella.

Estas protecciones están integradas en los inversores junto con el gestor energético de Ingecon Sun EMS Ingeteam.

En todas las instalaciones de producción próximas a las de consumo, definidas en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la conexión se realizará a través de un cuadro de mando y protección que incluya las protecciones diferenciales tipo A necesarias para garantizar que la tensión de contacto no resulte peligrosa para las personas. La conexión de la instalación de producción podrá realizarse en el CDBT Compañía, en caja general de protección independiente que se conecte a la red de distribución. En los casos de autoconsumo colectivo en edificios en régimen de propiedad horizontal, la instalación de producción no podrá conectarse directamente a la instalación interior de ninguno de los consumidores asociados a la instalación de autoconsumo colectivo.

Todos los generadores para suministro con autoconsumo con excedentes independientemente de su potencia, lo harán a través de un circuito independiente y dedicado desde un cuadro de mando y protección que incluya protección diferencial tipo A.

La conexión se realizará después del equipo de medida y del cuadro de mando y protección que incluya las protecciones diferenciales tipo A o B necesarias para garantizar que la tensión de contacto no resulte peligrosa para las personas. La conexión de la instalación de producción se realizará mediante un armario de protección y medida tipo CPMT-300 con seccionador de corte por compañía.

La conexión de la central FV a la red de distribución pública deberá efectuarse cuando en la operación de sincronización las diferencias entre las magnitudes eléctricas del generador y la red no sean superiores a las siguientes:

- Diferencia de tensiones:  $\pm 8 \%$
- Diferencia de frecuencia:  $\pm 0,1\text{Hz}$
- Diferencia de fase:  $\pm 10^\circ$

### **Puesta a tierra de la instalación.**

La puesta a tierra se establece principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que suponga una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Cuando la instalación receptora está acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

La instalación fotovoltaica contará con una toma de tierra independiente del resto de la instalación del edificio y del neutro puesto a tierra de la red de distribución de la compañía eléctrica (ITC-BT-40, RD 1699/2011). La resistencia de la toma de tierra será inferior a  $37 \Omega$  y con una tensión de contacto ( $V_c$ ) máxima de 24 V (ITC-BT-18 “Instalaciones de Puesta a Tierra”).

De acuerdo al artículo 12 del RD 1699/2011, la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

Para la protección de las instalaciones generadoras se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la Red de Distribución Pública, que desconectará la instalación si se sobrepasa el 50 % de la intensidad nominal.

Los conductores de protección servirán para unir eléctricamente las masas de la instalación a determinados elementos, con la finalidad de asegurar la protección contra contactos indirectos. Así, se conectarán con estos cables todas las partes metálicas de los inversores, de los cuadros eléctricos, la estructura de las placas y los marcos de las propias placas fotovoltaicas. La sección mínima de los conductores de protección será la misma que la de los conductores de fase hasta  $16 \text{ mm}^2$ .

Tal y como indica la ITC-BT-19 Punto 2.3., para instalaciones interiores la sección mínima de los conductores de protección serán las señaladas en la Tabla 2.

Cuando por aplicación de la Tabla 2 la sección del conductor de protección pueda ser inferior a la sección de los conductores de fase, se verificará que por aplicación del método de cálculo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 no resulta una sección mayor.

Se realizará una puesta a tierra para la conexión de las instalaciones eléctricas en BT y para la conexión de la estructura. Esta puede variar a la hora de la ejecución de la obra en función de las características del terreno en el que se realice cada una de las instalaciones.

En la zona de emplazamiento de las placas solares el esquema de distribución empleado será el TN-S con neutros o compensadores conectados directamente a tierra y las masas de la instalación receptora conectadas a dicho punto mediante conductores de protección. En el esquema TN-S el conductor neutro y el de protección son distintos en todo el esquema.

## **10.- VALLADO**

Se considera las exigencias de la Ordenanza Reguladora de Mejora y Mantenimiento de Caminos Rurales y Municipales del Ayuntamiento de Autol.

El retranqueo mínimo del vallado, en la red secundaria será de 3 metros respecto al eje del camino. El cerramiento será de malla y la altura máxima del mismo de 2 metros.

La zona de emplazamiento de los módulos solares fotovoltaicos quedará vallada mediante malla Arga de acero galvanizado y plastificada, en color verde, estará soportada por puntales de tubo de acero galvanizado y lacado con tornapuntas y refuerzos, empotrados en el suelo en perforaciones rellenas de hormigón en masa.

Para acceso al recinto se dispondrá una puerta abatible de 5 m de anchura, en dos hojas, construida en perfiles de acero y malla Arga del mismo tipo que el vallado con perfiles laterales de anclaje y soporte.

## **11.- CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS**

Se realizarán canalizaciones subterráneas para los cables de corriente continua desde las estructuras soportes de módulos hasta la caseta de inversor y para los cables de corriente alterna desde la caseta hasta la cercanía del CT de compañía.

La canalización será entubada y estará constituida por tubos plásticos dispuestos sobre lecho de hormigón y debidamente enterrados en zanja, las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03. La canalización subterránea estará formada por un mínimo de 3 tubos termoplásticos hormigonados TPC-160.

La profundidad de la zanja será la suficiente para que la generatriz superior de los tubos quede a una profundidad mínima de 0,60 metros en acera y 0,80 m en calzada, tomada desde la rasante del terreno.

Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos a la entrada de arqueta y caseta.

Los laterales de la zanja deben ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, además deberá permitir las operaciones de tendido de tubos y cumplir las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,44 metros para la colocación de 3 tubos Ø 160 mm, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja será de 5 cm. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de tapones de las características descritas en la NI 52.95.03

En el fondo de la zanja y en toda su extensión se verterá una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón no estructural, sobre la cual se depositarán los tubos dispuestos por planos; a continuación, se verterá otra capa de hormigón con un espesor de 0,10 metros por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Seguidamente se realizará el relleno de la zanja dejando libre el espesor del firme y pavimento; para este relleno se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo todo-uno, zahorra o arena TAMIZ 5 UNE.

Bajo el pavimento o capa vegetal a una cota no inferior a 10 cm de la terminación del mismo o de 30 cm de la parte superior del tubo se colocará una cinta de polietileno NI 29.00.01 de 15 cm de ancha con la indicación “*Atención debajo hay cables eléctricos*”; por último, se tenderá el firme y se instalará sobre el mismo el pavimento (o capa vegetal)

Antes del tendido de los cables se eliminará del interior de los tubos la suciedad o tierras, garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra u hormigón.

### **Arquetas de registro**

La canalización subterránea dispondrá de las arquetas de registro representadas en planos, éstas serán de forma tronco-piramidal con solera filtrante, construida en hormigón HM-20, o bien prefabricadas del mismo material. La parte superior de la arqueta terminará en zona de acera en tapa de fundición de 665\*665 cm, y en la parte de calzada con tapa de fundición redonda DN-646 mm, reforzada para soportar una carga de 40 Tm. y apoyada en marco de fundición anclado al hormigón.

Las arquetas verificarán lo especificado en la norma NI 50.20.41 Arquetas prefabricadas de hormigón en canalizaciones subterráneas y la NI 50.20.02 marcos y tapas para arquetas en canalizaciones subterráneas.

## **12.- GENERACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO**

El proyecto se dimensiona para:

- La potencia en paneles en la instalación será: 99,96 KWp
- La potencia en inversores de la instalación será: 100 KWn
- La producción media anual estimada de la instalación FV es de: 123.133,52 KWH-Año
- Autoconsumo: Según la participación de los consumidores asociados

### **13.- CONCLUSIÓN.**

Con lo anteriormente descrito y en unión del resto de documentos del presente Proyecto, creemos que ha quedado suficientemente definida la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, instalaciones próximas a través de red, en Autol (La Rioja) siendo el productor y titular la mercantil Caherpa Servicios Energéticos, S.L., no obstante, quedamos a disposición de los organismos competentes para aclarar o ampliar lo aquí expuesto.

Autol junio de 2025  
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo. Rubén Frías Ruiz.  
(Colegiado nº 217)

# ANEXOS A LA MEMORIA

# **ANEXO N° 1**

## **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## ANEXO N° 1. - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.- INTRODUCCIÓN

El cálculo de una instalación solar fotovoltaica, se puede dividir por una parte en el estudio energético, en el que se valora el recurso primario o la cantidad de energía que recibirá la instalación con lo que se puede estimar la energía eléctrica que producirá la instalación en funcionamiento y por otra parte se debe de calcular la instalación eléctrica, que llevará esta energía producida hasta la red de distribución una vez ha sido transformada y conformada por los inversores. Esta última parte corresponde al cálculo del cableado y protecciones que unen los distintos elementos de la instalación.

### 2.- OBJETO

El objeto de este Anexo es el cálculo de la forma de conexionado y el dimensionado de los elementos y cableado que constituyen la instalación según el REBT, y la normativa específica aplicable a este tipo de instalaciones reflejadas en la Memoria del Proyecto.

### 3.- CÁLCULO DEL RECURSO RENOVABLE.

Empleamos el programa PVGIS-5 para el cálculo de la producción eléctrica.

Para el cálculo de la energía producida, se toma el dato de la radiación a nivel de la superficie horizontal y ángulo óptimo obtenido de los valores de programa europeo de rendimiento de la red fotovoltaica conectada. Este valor se corrige por un factor de aumento por encontrarse la instalación en una zona sin contaminación de montaña. A continuación, se aplica otro factor de corrección correspondiente a la inclinación y acimut de la instalación. De esta forma se obtiene la radiación recibida por la instalación por unidad de superficie.

La potencia en paneles en la instalación es de 99,96 KWp.

La producción media de un campo solar fotovoltaico  $E_p$  en kilovatios hora al día (KWH/día) es igual a:

$$E_p(kwh/día) = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot PR}{G_{CEM}}$$

Dónde:

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$  = Valor medio de la irradiación diaria sobre el plano del generador, en las condiciones de orientación e inclinación del plano de captación solar (Energía captada por m<sup>2</sup> de superficie inclinada en KWH/m<sup>2</sup>día)
- $P_{mp}$ ; Potencia pico del generador en KWp
- RP Rendimiento energético de la instalación (Performance Ratio)
- $G_{CEM}$  = constante de valor 1 KW/m<sup>2</sup>.

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

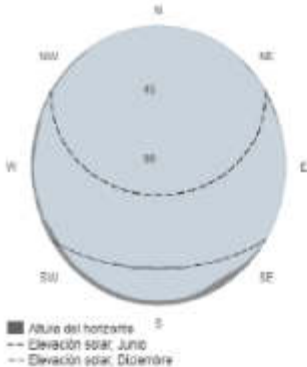
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 42.219,-2.012  
Horizonte: Calculado  
Base de datos: PVGIS-SARAH3  
Tecnología FV: Silicio cristalino  
FV instalado: 49.98 kWp  
Pérdidas sistema: 14 %

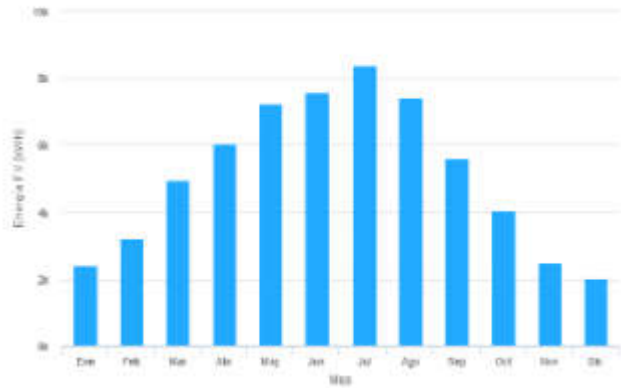
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 10 °  
Ángulo de azimut: 90 °  
Producción anual FV: 61343.78 kWh  
Irradiación anual: 1577.94 kWh/m<sup>2</sup>  
Variación interanual: 1493.01 kWh  
Cambios en la producción debido a:  
Ángulo de incidencia: -3.86 %  
Efectos espectrales: 0.78 %  
Temperatura y baja irradiancia: -6.65 %  
Pérdidas totales: -22.22 %

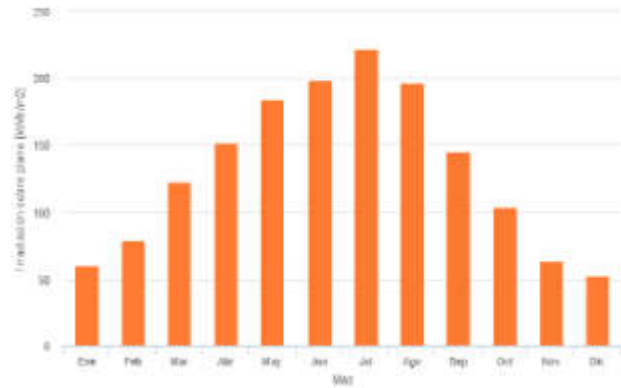
Perfil del horizonte en la localización seleccionad



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	2387.7	60.4	251.8
Febrero	3209.5	79.0	360.5
Marzo	4957.2	122.2	571.4
Abril	6035.7	151.6	544.8
Mayo	7229.1	184.2	616.8
Junio	7560.8	198.7	391.9
Julio	8369.0	222.2	348.8
Agosto	7428.6	196.2	282.9
Septiembre	5604.4	145.2	261.7
Octubre	4055.1	103.3	261.5
Noviembre	2482.4	62.9	215.2
Diciembre	2024.3	52.2	180.0

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].  
H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].  
SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

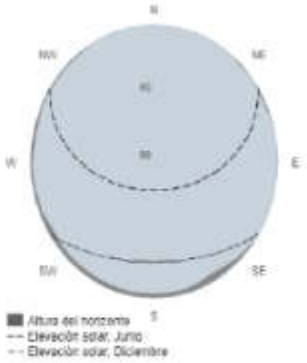
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 42.219,-2.012  
Horizonte: Calculado  
Base de datos: PVGIS-SARAH3  
Tecnología FV: Silicio cristalino  
FV instalado: 49.98 kWp  
Pérdidas sistema: 14 %

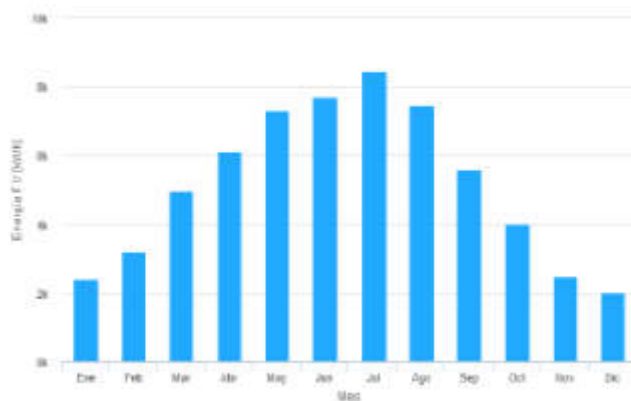
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 10 °  
Ángulo de azimut: -90 °  
Producción anual FV: 61789.74 kWh  
Irradiación anual: 1585.15 kWh/m<sup>2</sup>  
Variación interanual: 1586.51 kWh  
Cambios en la producción debido a:  
Ángulo de incidencia: -3.82 %  
Efectos espectrales: 0.78 %  
Temperatura y baja irradiancia: -6.44 %  
Pérdidas totales: -22.01 %

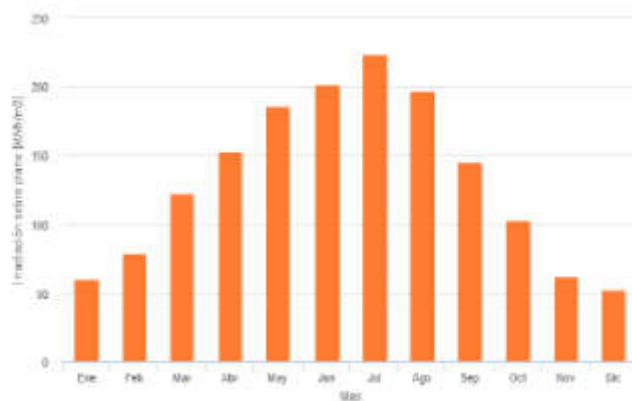
Perfil del horizonte en la localización seleccionad



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	2393.9	60.3	254.6
Febrero	3217.1	79.0	356.0
Marzo	4981.7	122.5	581.3
Abril	6093.8	152.7	579.5
Mayo	7324.4	186.1	638.4
Junio	7705.2	201.9	364.4
Julio	8434.6	223.2	298.7
Agosto	7482.1	197.0	249.5
Septiembre	5619.4	145.1	232.2
Octubre	4030.2	102.4	254.7
Noviembre	2480.2	62.6	219.3
Diciembre	2027.3	52.3	183.3

E\_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)\_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD\_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

**Producción anual instalación FV.**

ORIENTACION	PRODUCCIÓN ANUAL KWH
INSTALACIÓN ÁNGULO AZIMUT 90°	61.343,78
INSTALACIÓN ÁNGULO AZIMUT -90°	61.789,74
<b>TOTAL...</b>	<b>123.133,52</b>

**Reducción de emisión de contaminantes anuales, estimación según la producción:**

- Kg de CO<sub>2</sub> eq = 47.406,41
- Kg de SO<sub>2</sub> ep = 46,91
- Kg de NO<sub>x</sub> = 38,42

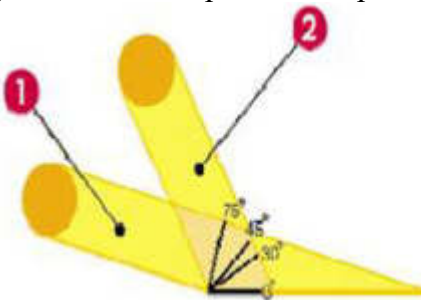
**4.- AUTOCONSUMO.**

Se realizará un reparto de la producción de acuerdo con el convenio suscrito por los consumidores asociados, actualmente son:

## 5.- INCLINACIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS PANELES.

El grado de inclinación recomendada para invierno corresponderá con la latitud del lugar más 18 grados. Mientras que para uso de la instalación en las temporadas de verano se deberá inclinar a un ángulo igual a la latitud del lugar menos 18 grados. Para una instalación de uso anual, consideramos una orientación óptima de:

- Sur y una inclinación de 30°.
- Este-Oeste y una inclinación de 10-15° (aprovechamiento de la luz matutina y vespertina; menor presión del viento; mayor densidad de producción por metro cuadrado)



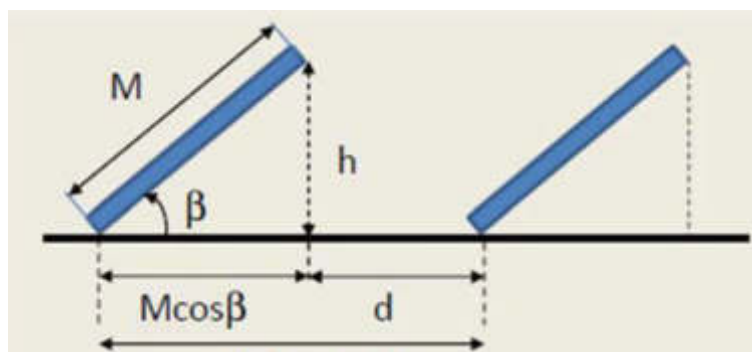
(1) Sol de invierno - (2) Sol de verano

Para evitar la sombra entre paneles la distancia de estos debe cumplir:

$$d = h / \tan (61 - \text{latitud})$$

Dónde:

- La latitud de la instalación es de: 42,219 ° N
- La Longitud de la instalación es de: - 2,012 ° W.



En el caso de instalación este/oeste no hay sombras

**6.- CALCULO ESTRUCTURAL- ESTRUCTURA SS-HIN-EO 10°****6.1.- INTRODUCCIÓN.**

El presente apartado tiene como objeto el estudio de la respuesta tensional de la estructura modelo SSHIN-EO con inclinación a 10° para sustentar módulos fotovoltaicos. Las hincas son C120x50x3 mm de acero S235JR mientras que los bastidores son C140x50x2 de acero S350SG. Toda la perfilaría P36A que sustenta los paneles es de aluminio estructural 6005-T6.

Para el cálculo de la estructura se ha empleado la normativa vigente aplicada a la edificación:

- UNE-EN-1991\_1\_4: Cálculo de acciones de viento
- CTE-SE-AE: Cálculo de acciones de nieve

**6.2.- HIPÓTESIS GENERALES.**

Los cálculos realizados se basan en las hipótesis de linealidad y pequeños desplazamientos. Las unidades empleadas han sido:

- Longitudes en milímetros (mm).
- Fuerzas en Newtons (N).
- Tensiones en MegaPascuales (MPa).

El método de cálculo empleado es el Método por Elementos Finitos.

**6.3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.****6.3.1.- Propiedades mecánicas del material**

El material empleado en la estructura es:

- Aluminio 6005 con tratamiento térmico T6
  - Módulo de Young:  $E=69.500 \text{ MPa}$ .
  - Coeficiente de Poisson:  $\nu=0,33$ .
  - Límite Elástico teórico:  $225 \text{ MPa}$
- Acero S235JR galvanizado en caliente
  - Módulo de Young:  $E=210.000 \text{ MPa}$ .
  - Coeficiente de Poisson:  $\nu=0,3$ .
  - Límite Elástico teórico:  $235 \text{ MPa}$
- Acero S350SG ZM310
  - Módulo de Young:  $E=210.000 \text{ MPa}$ .
  - Coeficiente de Poisson:  $\nu=0,3$ .
  - Límite Elástico teórico:  $350 \text{ MPa}$

**6.4.- DESCRIPCIÓN DEL MODELO****6.4.1.- Modelo 3D**

El modelo 3D la estructura se muestra en la Ilustración 1.



**Ilustración 1. Modelo 3D**

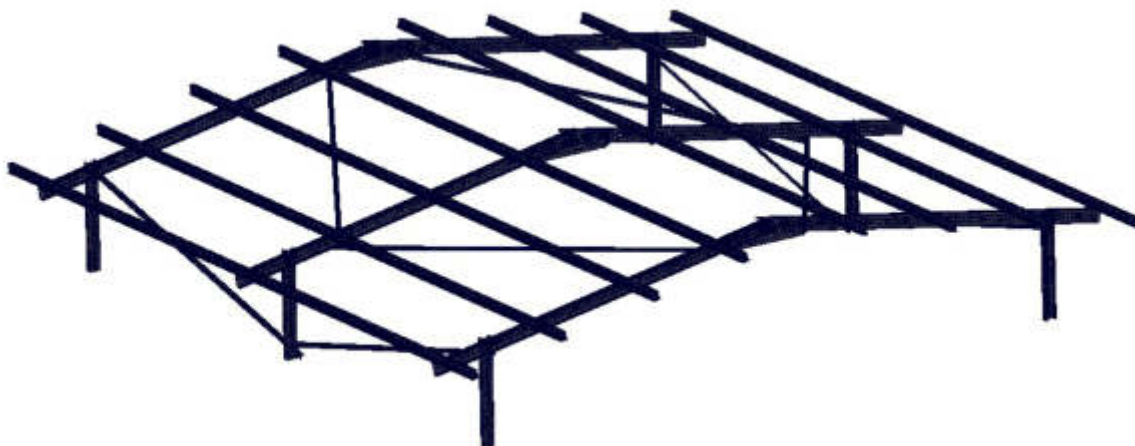
El diseño modelado equivale a una estructura donde se colocan 24 paneles fotovoltaicos.



**Ilustración 2. Modelo 3D equivalente**

#### **6.4.2.- Modelo Elementos Finitos**

En el modelo por elementos finitos se han utilizado hexaedros de orden cuadrático.



**Ilustración 3. Modelo Elementos Finitos**

## 6.5.- CÁLCULO DE ESFUERZOS

### 6.5.1.- Carga permanente

Como carga permanente se considerarán el peso de los módulos.

$$F_p = P_m$$

Dónde:

- $P_m$  = Peso aproximado del panel (32 kg)
- $F_{p\text{módulos}} = 32 / (2,17 \cdot 1,30) = 110,84 \text{ N/m}^2$

### 6.5.2.- Carga viento

Según el CTE DB-SE-AE, la carga de viento  $q_e$ , se calcula mediante la fórmula:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Dónde:

- $q_b$  = Presión dinámica del viento ( $\text{N/m}^2$ )
- $C_e$  = Coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado
- $C_p$  = Coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto

La presión dinámica del viento se obtiene de la expresión:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot V_b^2$$

Siendo:

- $\delta$  = Densidad del aire en general  $1,25 \text{ Kg/m}^3$ .
- $V_b^2$  = Valor básico de la velocidad del viento obtenido a partir de la Figura D.1 (29 m/s)

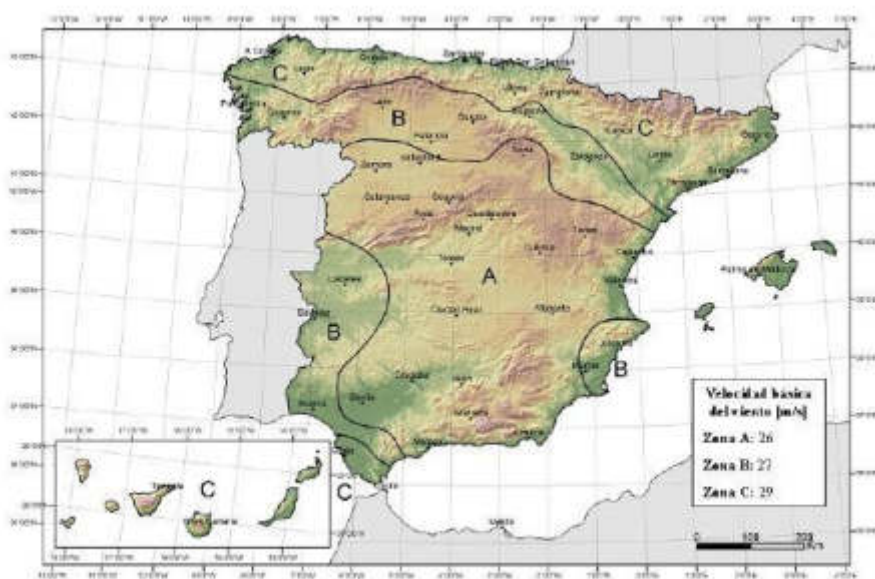


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

El coeficiente de exposición  $C_e$  para alturas sobre el terreno no mayor de 200 m.

$$C_e = F \cdot (F + 7 k) \quad (D.2)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) \quad (D.3)$$

siendo  $k$ ,  $L$ ,  $Z$  parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Considerando la similitud de la estructura solar fotovoltaica con una marquesina a un agua según la definición aportada por el Eurocódigo para esta última:

*“se define como marquesina la cubierta de una estructura que no tiene muros permanentes”*

el valor característico del coeficiente eólico ( $C_p$ ) se determinará mediante el cálculo estructural para marquesinas a un agua conforme el eurocódigo para la acción del viento, por lo que se hará uso de la tabla contigua extraída de la tabla 7.6 de la normativa mencionada.

Tabla 7.7  
Valores de  $c_{pe}$  y  $c_{pi}$  para marquesinas a un agua

Coeficiente de presión neta $c_{p,net}$						
Plano de referencia						
Ángulo de la cubierta $\alpha$ [°]	Bloques $\varphi$	Coeficiente global de fuerza $C_f$	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D
- 20	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,7	+ 0,8	+ 1,6	+ 0,6	+ 1,7
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,7	- 0,9	- 1,3	- 1,6	- 0,6
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 2,4	- 2,4	- 0,6
- 15	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,5	+ 0,6	+ 1,5	+ 0,7	+ 1,4
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,6	- 0,8	- 1,3	- 1,6	- 0,6
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,7	- 2,6	- 0,6
- 10	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,4	+ 0,6	+ 1,4	+ 0,8	+ 1,1
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,6	- 0,8	- 1,3	- 1,5	- 0,6
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,7	- 2,6	- 0,6
- 5	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,3	+ 0,5	+ 1,3	+ 0,8	+ 0,8
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,5	- 0,7	- 1,3	- 1,6	- 0,6
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 2,4	- 2,4	- 0,6
+ 5	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,3	+ 0,6	+ 1,8	+ 1,3	+ 0,4
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,6	- 0,6	- 1,4	- 1,4	- 1,1
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,3	- 2,0	- 1,8	- 1,6
+ 10	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,4	+ 0,7	+ 1,8	+ 1,4	+ 0,4
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,7	- 0,7	- 1,5	- 1,4	- 1,4
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,3	- 2,0	- 1,8	- 1,8
+ 15	Valor máximo para cualquier $\varphi$	+ 0,4	+ 0,9	+ 1,9	+ 1,4	+ 0,4
	Valor mínimo para $\varphi = 0$	- 0,8	- 0,9	- 1,7	- 1,4	- 1,8
	Valor mínimo para $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,3	- 2,2	- 1,6	- 2,1

(Continúa)

Tabl. Valores del coeficiente global de fuerza ( $C_f$ ) y de presión neta ( $c_{p,net}$ ) para marquesinas a un agua

- Coeficiente eólico de presión = + 0,4
- Coeficiente eólico de succión = - 0,7

El coeficiente global de fuerza ( $c_f$ ) representa la fuerza resultante sobre la estructura y el coeficiente de presión neta ( $c_{p,net}$ ) se refiere a la presión máxima local para todas las direcciones del viento, por lo que, para el cálculo tensional del ensamblaje conjunto de la estructura, se considerará la primera fuerza descrita, mientras que, para el cálculo de elementos puntuales como tornillería o grapas de fijación, se hará uso del coeficiente de presión neta, haciendo uso para este cálculo estructural del  $c_f$ .

El grado de bloqueo de la estructura ( $\phi$ ) depende de la relación del área de los posibles obstáculos bajo la misma dividida por el área de la sección transversal bajo la estructura, siendo ambas áreas normales a la dirección del viento. Un valor nulo ( $\phi = 0$ ) representa una estructura libre y la unidad ( $\phi = 1$ ) indica una estructura completamente bloqueada, correspondiéndose la situación de estudio con la opción 1.

Por lo tanto, el valor de la presión dinámica de viento, para la zona de considerada tiene un valor de  $-524 \text{ N/m}^2$  para viento de succión y  $300 \text{ N/m}^2$  para viento de presión.

### 6.5.3.- Carga de nieve

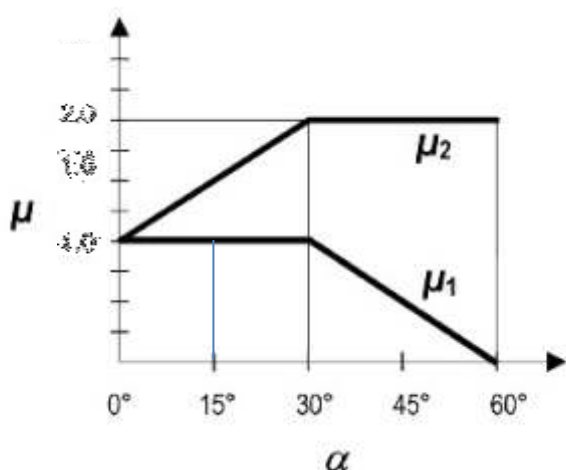
Según el CTE-SE-AE, la carga de nieve  $q_n$ , se calcula mediante la fórmula:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Siendo:

- $\mu$  = Coeficiente de forma de la carga de nieve
- $s_k$  = Valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno

El coeficiente de forma viene dado en función de la inclinación. El coeficiente  $\mu_1$  se emplea para cubiertas donde se permita la caída de nieve y  $\mu_2$  para pendientes donde no se permita la caída de la nieve.



En este caso, al permitirse la caída de la nieve, y tener una inclinación de  $10^\circ$ , el valor del coeficiente de forma es 1.

El valor característico de la carga de nieve se obtiene de la siguiente tabla en función de la ubicación de la instalación (Autol) y de la altitud (500 m).



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

- 3) Como valor de carga de nieve en un terreno horizontal,  $s_k$ , puede tomarse de la tabla E.2 función de la altitud del emplazamiento o término municipal, y de la zona climática del mapa de la figura E.2

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Dónde, para la zona considerada esta toma un valor de:  
 $s_k = 700 \text{ N/m}^2$ .

Por lo tanto, el valor de la carga de nieve finalmente será.  $q_n = 700 \text{ N/m}^2 \cdot 1 = 700 \text{ N/m}^2$

Una vez obtenidas todas las cargas, en la Ilustración 4 se muestra la aplicación de estas cargas sobre el perfil. Siendo la morada la carga correspondiente al viento de presión (o succión si fuera en sentido contrario), el cian la carga de nieve y roja la gravedad.

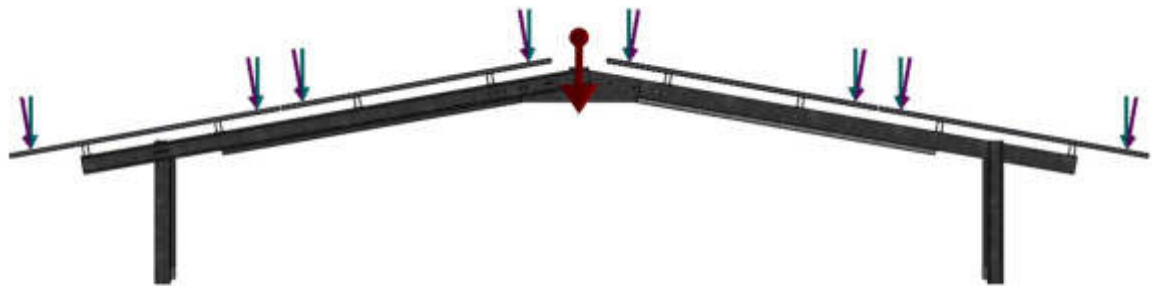


Ilustración 4. Aplicación de cargas

## **6.6.- CONDICIONES DE CONTORNO**

Se simulará la fijación de las hincas al terreno.



**Ilustración 5. Simulación de la fijación de la estructura**

## **6.7.- RESULTADOS OBTENIDOS**

### **6.7.1.- Tensión equivalente Von Mises**

En la verificación de los estados límite último mediante coeficientes parciales para la determinación del efecto de las acciones, así como de la respuesta estructural, se utilizan los valores de cálculo de las variables, obtenidos a partir de sus valores característicos, o bien, de otros valores representativos, multiplicándolos o dividiéndolos por los correspondientes coeficientes parciales para las acciones y la resistencia respectivamente.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones debidas a una situación persistente o transitoria se determina mediante la combinación de estas a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma G_{k,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad [1]$$

Es decir, considerando la actuación simultánea de:

- Todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ( $\gamma_G \cdot G_k$ ), incluido el presentado ( $\gamma_P \cdot P$ );
- Una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ( $\gamma_Q \cdot Q_k$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- El resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ( $\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$ ).

Los valores de los coeficientes de seguridad ( $\gamma$ ) se establecen en la tabla contigua extraída de la tabla 4.1 del CTE-DB-SE para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación desfavorable	Situación persistente o transitoria favorable
Resistencia	■ Permanente		
	○ Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	○ Empuje del terreno	1,35	0,70
	○ Presión del agua	1,20	0,90
	■ Variable	1,50	0,00

Tabla 2. Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones.

Por otro lado, los valores para los coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ ) se establecen en la tabla 4.2 del CTEDB-SE, correspondiéndose dichos valores para las acciones del viento y la nieve de acuerdo con los de la tabla siguiente.

		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nieve				
	- para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
	- para altitudes $\leq$ 1000 m	0,5	0,2	0,0
Viento		0,6	0,5	0,0

Tabla 3. Coeficientes de simultaneidad

Para el cálculo estructural se plantean las tres hipótesis más probables y desfavorables, de modo que, tras proceder con dicho cálculo en el software informático mediante el Método de Elementos Finitos (MEF), se obtiene que el valor para la magnitud física proporcional a la energía de distorsión, referida a la tensión equivalente de Von Mises y la cual se corresponde con un criterio de resistencia estática aplicada a materiales dúctiles. Para el cálculo estructural, se contemplarán únicamente las filas expuestas, pues es un caso más desfavorable y se asume que las filas protegidas tendrán un coeficiente de seguridad superior.

### **CASO 1: SUCCIÓN DIRECCIÓN N-S COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**

Tras el cálculo estructural mediante el método de los Elementos Finitos obtenemos, que la tensión equivalente máxima de Von Mises que debe resistir la estructura es de 106 MPa (Hincas), 153 MPa (Pórtico) y 98 MPa (Aluminio) para esta combinación de cargas climáticas en estado límite último:

$$1.5 * \text{Viento de succión} + 0.8 * \text{Peso paneles} + 0 * \text{Carga de nieve}$$

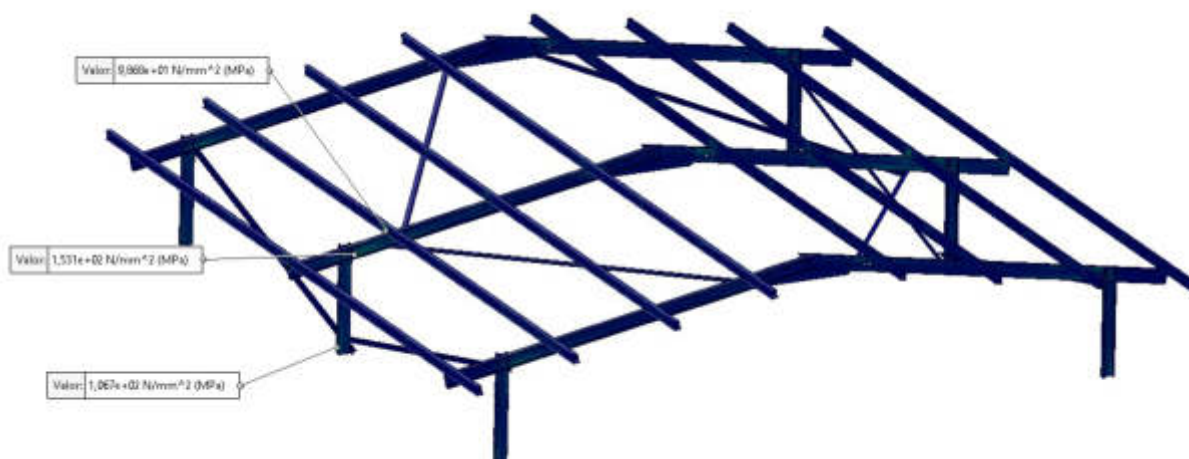


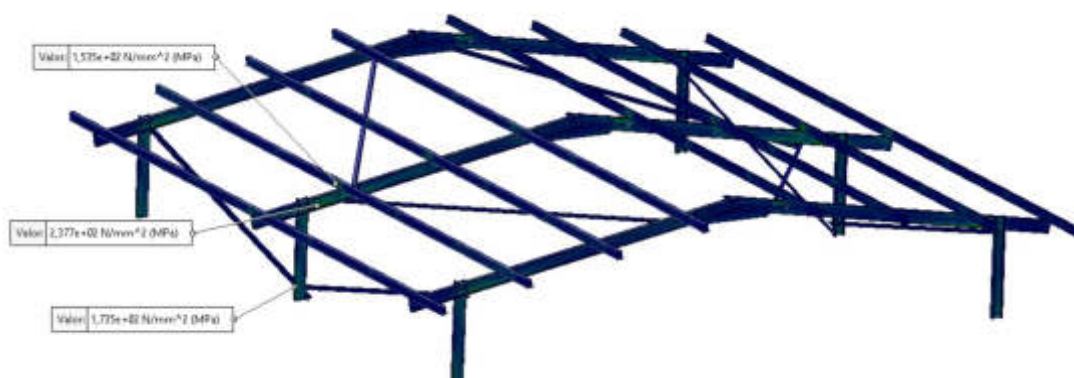
Ilustración 6. Hipótesis 1

- $XALUMINIO = LE/\sigma_{max} = 225/98 = 2,30$
- $XACERO\ 235 = LE/\sigma_{max} = 235/106 = 2,21$
- $XACERO\ 350 = LE/\sigma_{max} = 350/153 = 2,28$

## **CASO 2: PRESIÓN DIRECCIÓN N-S COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**

Tras el cálculo estructural mediante el método de los Elementos Finitos obtenemos, que la tensión equivalente máxima de Von Mises que debe resistir la estructura es de 173 MPa (Hincas), 237 MPa (Pórtico) y 153 Mpa (Aluminio) para esta combinación de cargas climáticas en estado límite último:

$$1.5 * \text{Viento de presión} + 1,35 * \text{Peso paneles} + 0,75 * \text{Carga de nieve}$$



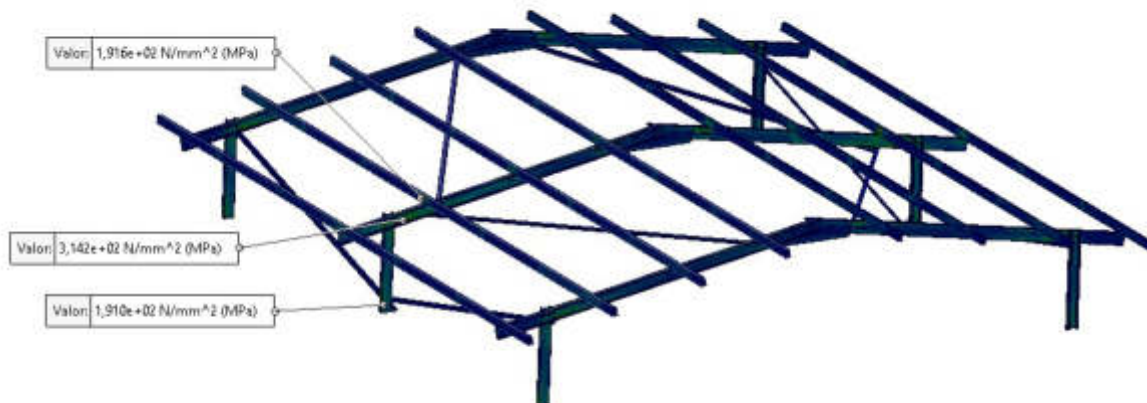
**Ilustración 7. Hipótesis 2**

- $XALUMINIO = LE/\sigma_{max} = 225/153 = 1,47$
- $XACERO\ 235 = LE/\sigma_{max} = 235/173 = 1,35$
- $XACERO\ 350 = LE/\sigma_{max} = 350/237 = 1,47$

## **CASO 3: NIEVE Y VIENTO N-S COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**

Tras el cálculo estructural mediante el método de los Elementos Finitos obtenemos, que la tensión equivalente máxima de Von Mises que debe resistir la estructura es de 191 MPa (Hincas), 314 MPa (Pórtico) y 192 Mpa (Aluminio) para esta combinación de cargas climáticas en estado límite último:

$$1.5 * \text{Viento de presión} + 1,35 * \text{Peso paneles} + 0,75 * \text{Carga de nieve}$$



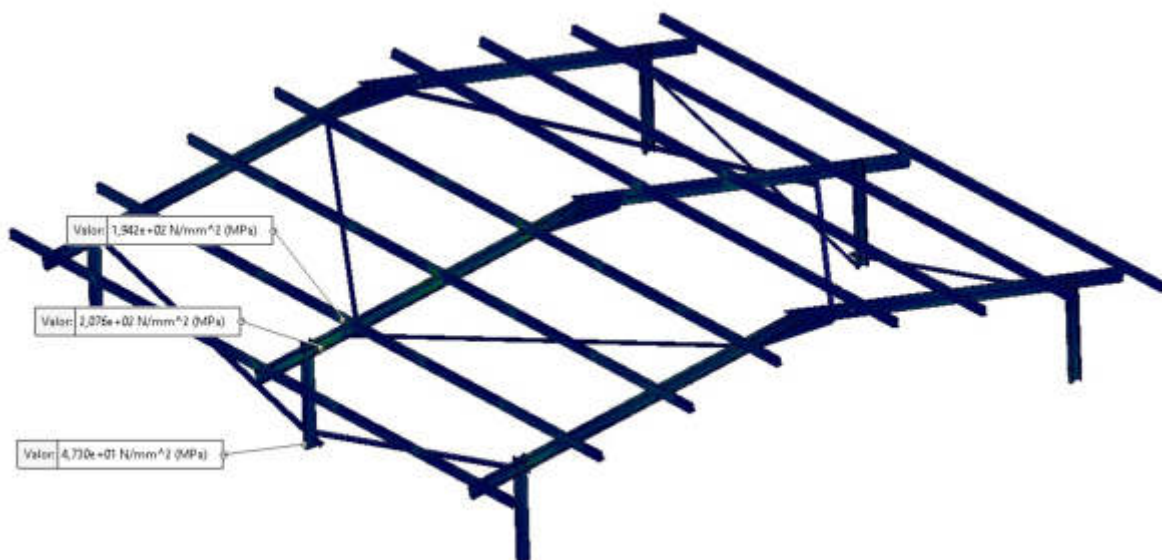
**Ilustración 8. Hipótesis 3**

- $XALUMINIO = LE/\sigma_{max} = 225/192 = 1,17$
- $XACERO\ 235 = LE/\sigma_{max} = 235/191 = 1,23$
- $XACERO\ 350 = LE/\sigma_{max} = 350/314 = 1,11$

#### **CASO 4: NIEVE Y VIENTO E-O COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**

Tras el cálculo estructural mediante el método de los Elementos Finitos obtenemos, que la tensión equivalente máxima de Von Mises que debe resistir la estructura es de 47 MPa (Hincas), 207 MPa (Pórtico) y 194 Mpa (Aluminio) para esta combinación de cargas climáticas en estado límite último:

$$1.5 * \text{Viento de presión} + 1,35 * \text{Peso paneles} + 0,75 * \text{Carga de nieve}$$



**Ilustración 9. Hipótesis 3**

- $XALUMINIO = LE/\sigma_{max} = 225/194 = 1,15$
- $XACERO\ 235 = LE/\sigma_{max} = 235/47 = 2,5$
- $XACERO\ 350 = LE/\sigma_{max} = 350/207 = 1,69$

#### **6.7.2 Reacciones.**

Las fuerzas de las acciones climáticas y el propio peso de la estructura ejercen sobre la misma unas fuerzas que derivan en unas reacciones sobre los apoyos y estas repercutirán en el elemento donde estén fijados los apoyos con una fuerza en el sentido contrario.

#### **CASO 1: SUCCIÓN DIRECCIÓN N-S COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**



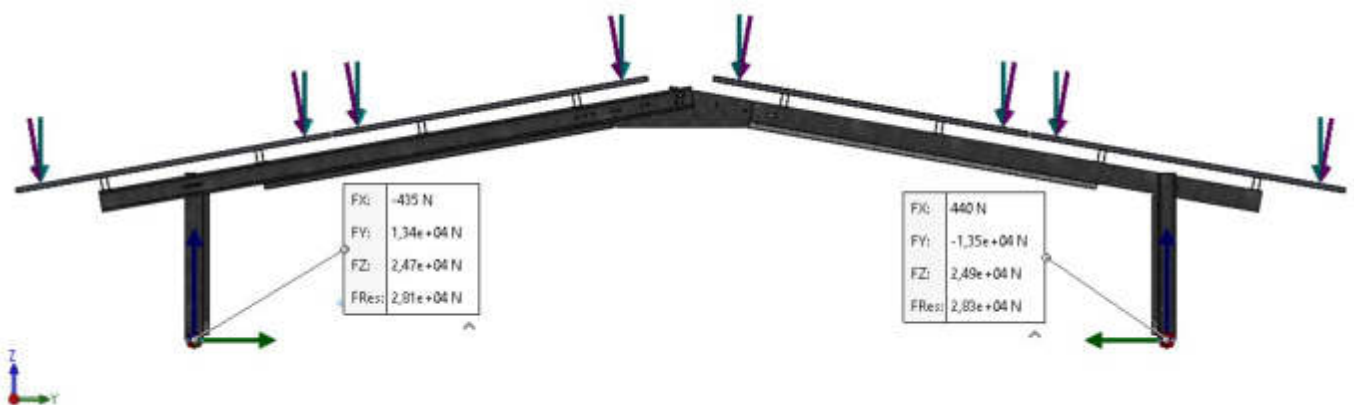
**Ilustración 10. Reacciones Hipótesis 1**

**CASO 2: PRESIÓN DIRECCIÓN N-S COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**



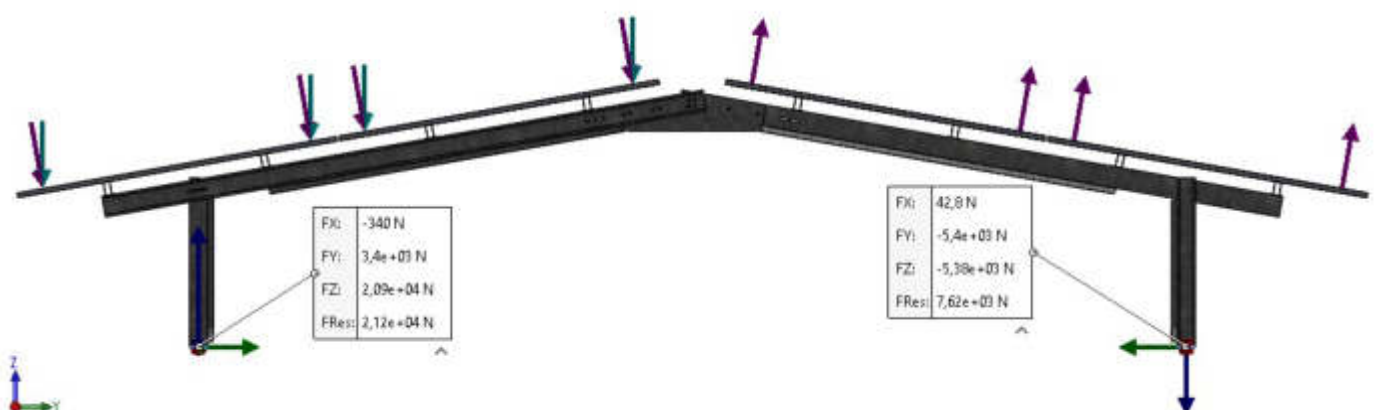
**Ilustración 11. Reacciones Hipótesis 2**

**CASO 3: NIEVE Y VIENTO N-S COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL:**



**Ilustración 12. Reacciones Hipótesis 3**

**CASO 4: NIEVE Y VIENTO E-O COMO CARGA CLIMATICA PRINCIPAL**



**Ilustración 13. Reacciones Hipótesis 4**

**7- CÁLCULO INVERSOR FV****INGECON SUN Planner****Ingeteam****Información general de planta / dimensionado**

Planta	CAHERPA 1
Dimensionado	CAHERPA 1
Cliente	ESTPROINGAR, SLP
Ubicación	Lat(°) 42.219, Long(°) -2.012
Altitud	494 m
Descripción	PLANTA FV CAHERPA 1

**Parámetros de diseño**

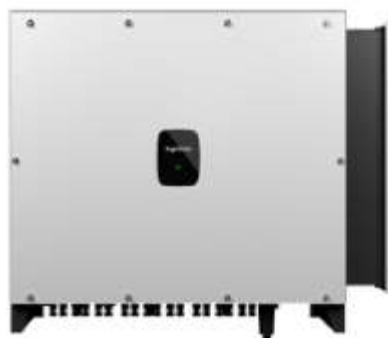
Potencia diseño	100 kW AC
Tipo	Baja tensión
Condiciones de análisis	-3°C/42°C-1000W/m2

**Panel fotovoltaico**

Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-DE20-595
Pmppt	595 W
Vmppt	34,2 V
Imppt	17,4 A
Voc	41,3 V
Isc	18,47 A
Eficiencia STC	21,02 %
Coef de temp Pmppt	-0,34 %/°C
Coef de temp Voc	-0,25 %/°C
Coef de temp Vmmppt	-0,38 %/°C
Coef de temp Immppt	0,04 %/°C
Nº células en serie	60
TONC	45 °C
Bifacial	Si
Material	Crystalline Silicon

**Ajustes**

Coefficiente bifacial	0 %
Pérdidas de tensión DC por cableado	0 %

**Inversor**

Familia	INGECON SUN 110TL M9
Modelo	INGECON SUN 110TL M9
Altitud máxima	4000 m
Grado de protección	IP66

**Características inversor - DC**

Tensión máxima Vmppt	1000 V
Tensión máxima Voc	1000 V
Tensión mínima Vmppt	9*200 V
Corriente máx Idc Vmppt	3*40 A + 6*32 A

**Características inversor - AC**

Potencia nominal @35 °C	121 kVA
Potencia nominal @40 °C	110 kVA
Corriente máx @35 °C	174,65 A
Corriente máx @40 °C	158,77 A
Tensión nominal	400 V

**Características generales**

Número de MPPT	9
Eficiencia máxima	98,06 %
T* de trabajo min	-20 °C
T* de trabajo max	60 °C

**Configuración del generador fotovoltaico per MPPT**

	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4	MPPT 5	MPPT 6
Número de módulos serie	14	14	14	14	14	14
Número de strings	2	2	2	1	1	1
Nº de paneles fotovoltaicos	28	28	28	14	14	14
Potencia STC	16,66 kWp	16,66 kWp	16,66 kWp	8,33 kWp	8,33 kWp	8,33 kWp
	MPPT 7	MPPT 8	MPPT 9			
Número de módulos serie	14	14	14			
Número de strings	1	1	1			
Nº de paneles fotovoltaicos	14	14	14			
Potencia STC	8,33 kWp	8,33 kWp	8,33 kWp			
Potencia STC total	99,96 kWp					
Nº de paneles fotovoltaicos total	168					

**Comprobación de la configuración**

	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4	MPPT 5	MPPT 6
Vmppt @42°C & 1000 W/m2	405,44 V	405,44 V	405,44 V	405,44 V	405,44 V	405,44 V
Voc @-3°C & 200 W/m2	583,8 V	583,8 V	583,8 V	583,8 V	583,8 V	583,8 V
Isc @42°C & 1000 W/m2	37,56 A	37,56 A	37,56 A	18,78 A	18,78 A	18,78 A
	MPPT 7	MPPT 8	MPPT 9			
Vmppt @42°C & 1000 W/m2	405,44 V	405,44 V	405,44 V			
Voc @-3°C & 200 W/m2	583,8 V	583,8 V	583,8 V			
Isc @42°C & 1000 W/m2	18,78 A	18,78 A	18,78 A			
Pmppt Total @42°C & 1000 W/m2	84,69 kW					

NOTA: La potencia DC máxima a la temperatura ambiente de diseño está por debajo de la potencia nominal del inversor.

**Potencia total AC y DC**

Nº de inversores	1
Potencia Total AC Nominal @42°C	110 kVA
Potencia Total DC @STC @STC	99,96 kWp
Potencia Total DC @42°C - 1000W/m2	84,69 kW

## **8.- CÁLCULO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**

La instalación estará formada por un inversor de potencia nominal 100 KWn, al cual se conectarán 168 paneles de 595 Wp con el siguiente reparto (string x nº paneles):

- MPPT1: 2 x 14
- MPPT2: 2 x 14
- MPPT3: 2 x 14
- MPPT4: 1 x 14
- MPPT5: 1 x 14
- MPPT6: 1 x 14
- MPPT7: 1 x 14
- MPPT8: 1 x 14
- MPPT9: 1 x 14

Dónde: MPPT (Maximum Power Point Tracker) = Seguidor de punto de máxima potencia del inversor

### **8.1. CÁLCULO DEL CABLEADO DC (Corriente Continua)**

Los paneles estarán dispuestos físicamente en filas (string) según instalación representada en planos.

Consideramos el caso más desfavorable, para conectar en serie los paneles de cada string, se conectarán con el propio cable y conector que dispone cada módulo (panel) entre sí, de forma que dispondremos de un positivo y un negativo de cada serie de paneles. Desde estos extremos se cableará hasta las tomas del inversor pasando por una caja de seccionadores c/c calibrados a 20A y seguidamente al inversor que dispone de las protecciones de sobretensiones, aislamiento, polaridad, funcionamiento en isla y otras descritas en memoria, integradas en el equipo.

El inversor dispone de entradas suficientes para todos los string que quedarán conectados al mismo. El cableado entre módulos se recogerá mediante bridas de plástico a los perfiles de aluminio donde se sujetan los propios módulos y a bandejas protectoras.

#### **8.1.1.- Datos generales**

##### **Los paneles proyectados disponen de los siguientes datos:**

- Potencia máxima (Wp): 595 W (STC)
- Tensión a máxima potencia ( $V_{MPP}$ ): 34,20 V
- Tensión en circuito abierto ( $V_{OC}$ ): 41,30 V
- Intensidad en el punto de máxima potencia ( $I_{MPP}$ ): 17,40 A
- Intensidad en cortocircuito ( $I_{sc}$ ): 18,47 A

La intensidad nominal a considerar por string:

$$I_N = I_{STC} * F_{GENERACION FOTOVOLT.}$$

$$I_N = 18,47 \text{ A} * 1,4 = 25,858 \text{ A.}$$

**El inversor proyectado 110 TL M9, dispone de los siguientes datos**

Valores de entrada “DC”

- Rango de tensión MPP: 200 - 1000 V<sub>DC</sub>
- Tensión máxima: 1.100 V<sub>DC</sub>.
- Entradas con conectores fotovoltaicos: 9x2 (18)
- Número de MPPT: 9
- Corrientes de cortocircuito máximas: 3x50A – 6x45A
- Corriente máxima: 3x40A – 6x32A

Los paneles están dispuestos físicamente en filas (string) de 14 unidades, según instalación representada en planos.

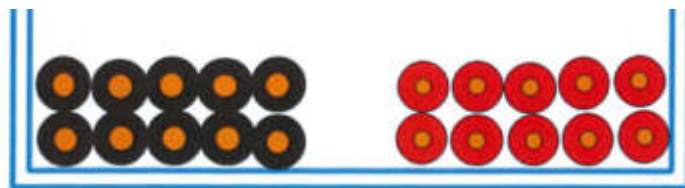
Consideramos el caso más desfavorable, para conectar en serie los paneles de cada string, se conectarán con el propio cable y conector que dispone cada módulo (panel) entre sí, de forma que dispondremos de un positivo y un negativo de cada serie de paneles. Desde estos extremos se cableará hasta las protecciones c/c y posteriormente hasta las tomas del inversor, que dispone de las protecciones de string.

El inversor permitirá la monitorización de los string y dispone de entradas suficientes para todos los string que se conectarán al mismo.

**8.1.2.- Tipo de cable a usar:**

El tipo de cable a usar para toda la instalación en unión de módulos y líneas a inversor será del tipo H1Z2Z2-K 1,8 KV<sub>DC</sub>. Este cable es de cobre con aislamiento y cubierta termoestable libre de halógenos y diseñado según el estándar europeo EN 50618 y el estándar internacional IEC 62930.

Los cables quedarán agrupados por un lado los positivos y por otro los negativos; de esta manera si se produce un contacto entre conductores por defecto de aislamiento tendrán una tensión similar y las consecuencias del fallo serán menores; tratándose de corriente continua no hay problemas de inducciones.

**8.1.3.- Condición de operación:**

- Máxima temperatura ambiente/ terreno: 50°C.
- Cable propuesto: secciones de 2 (1x6 mm<sup>2</sup>)
- Coeficientes de reducción según UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión – Parte 5 selección e instalación de equipos eléctricos- Canalizaciones; y catálogo del fabricante del cable:
  - Por acción solar directa (UNE 20435): 0,9
  - Por temperatura 50 °C en intemperie: 0,9
  - Por agrupamiento de circuitos en bandeja: 0,75
  - Por instalación fotovoltaica generadora: 1,4.

**8.1.4.- Cálculo de sección por intensidad admisible lado “dc”.**

Para realizar el cálculo consideramos el valor de la intensidad de cortocircuito en condiciones STC, y obtendremos la sección por intensidad admisible y por intensidad de cortocircuito en un solo cálculo, en nuestro caso  $I_{SC\ STC}$ : 18,47 A.

$$I_{EXT} = 18,47 * 1,4 / 0,9 * 0,9 * 0,75 = 42,56 \text{ A.}$$

La sección de 6 mm<sup>2</sup>, entrando en la tabla de la norma UNE, dispone de una intensidad admisible de 49 A. Para una sección de 10 mm<sup>2</sup> la intensidad máxima admisible es de 68 A.

El fusible de 20 A puede proteger el string ya que su corriente nominal es inferior a la admisible por el cable y adecuado a la intensidad nominal del circuito.

**8.1.5.- Cálculo del cable por caída de tensión lado “dc”.**

El punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT señala que la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la instalación interior no será superior al 1,5 % para la intensidad nominal.

Se puede considerar, por lo señalado en el punto anterior, una caída de tensión del 1,5% entre el inversor y el CGBT, y otro 1,5 % como valor máximo de caída de tensión entre paneles e inversor.

La tensión de cada string formado por 14 paneles en el punto de máxima potencia será de →  
 $U_{MPP} = 14 \text{ Paneles} * 34,20 \text{ V} = 478,80 \text{ V.}$

La caída de tensión admisible en voltios para el lado de corriente continua es de:

$$\Delta U = 478,80 * 1,5 / 100 = 7,182 \text{ V.}$$

Para la conductividad de los cables consideramos:

	Temperatura del conductor		
	20 °C	Termoplásticos 70 °C	Termoestables 90 °C
<b>Cu</b>	58,00	48,47	45,49
<b>Al</b>	35,71	29,67	27,8

	20° C	30° C	40° C	50° C	60° C	70° C PVC	80° C	90° C XLPE-EPR
Cu	56	54	52	50	48	47	45	44
Al	35	34	32	31	30	29	28	27

La conductividad del cobre ( $\mu$ ) es de 45,5 m/ ( $\Omega/\text{mm}^2$ ). Valor a 90°C por ser el cable escogido termoestable

La intensidad nominal del panel fotovoltaico  $I_{MPP} = 17,40 \text{ A}$ , valor de punto de máxima potencia del panel.

Se conectarán los paneles en serie según hemos señalado, dichos paneles van ubicados físicamente uno al lado del otro, (ver planos) por lo que se puede utilizar el propio cable de salida de cada panel, junto a su conector multicontacto.

Desde cada grupo de paneles string, se conduce la corriente hasta las bornas de entrada del inversor (cables con protecciones por fusibles c/c). La longitud máxima, más desfavorable (longitud del cable hasta el módulo más alejado del inversor), de este conductor será de:

$$S = 2 * L * I / \mu * \Delta U$$

$$L = S * \mu * \Delta U / 2 * I_{MPP}$$

La longitud máxima para el cable de sección 6 mm<sup>2</sup>:

$$L = 6 \text{ mm}^2 * 45,49 \text{ m/}(\Omega/\text{mm}^2) * 7,182 \text{ V} / 2 * 17,40 \text{ A} \rightarrow$$

$$L = 56 \text{ metros}$$

Para cable de sección 10 mm<sup>2</sup>:

$$L = 93 \text{ metros.}$$

Para cable de sección 16 mm<sup>2</sup>:

$$L_{\text{máx}} = 150 \text{ metros}$$

El cable a emplear en cada uno de los string, depende de la distancia del string al inversor correspondiente (6, 10, 16 mm<sup>2</sup>), verificando los criterios de intensidad y caída de tensión admisibles.

#### **8.1.6.- Cálculo de la sección por cortocircuito lado “dc”.**

Este cálculo es implícito al criterio de intensidad admisible pues se ha partido de la intensidad de cortocircuito para calcular la sección.

Las protecciones de los string, están formadas por c/c emplazados antes de las bornas de conexión al inversor y los propios elementos de protección del inversor.

#### **8.2.- CÁLCULO DEL CABLEADO DE AC (Corriente alterna).**

La parte de corriente alterna va desde la salida del inversor hasta la conexión con la red de BT de la Compañía suministradora, alimentando al armario de protección y medida y posterior enlace con la red de BT

Para el inversor se prevé una línea trifásica desde el mismo hasta el armario de protección y medida CPMT-300 y seguidamente se realizará la acometida eléctrica.

##### **8.2.1.- Datos de partida.**

- Potencia unitaria nominal del inversor: 100 KW<sub>n</sub>
- Intensidad máxima de salida del inversor (intensidad nominal para 100 KW): 145 A.
- Tensión de salida del inversor (U<sub>CA</sub>): 3x400 V (Trifásica, N, PE))
- Rango de tensión: 322- 520 V.
- Factor de potencia: 1
- Frecuencia nominal: 50 Hz.

**8.2.2.- Datos del cable**

- Cable propuesto: RZ1-K (AS) 0,6/1KV. (Tipo de aislamiento XLPE). (Cca-s1b.d1.a1), 4(1x240 Al) alojado en canal o bandeja por el interior de caseta inversor y en canalización subterránea entre caseta y APM.
- Coeficiente de reducción ITC-BT 40: 1,25
- Longitud más desfavorable: S/ Planos
- El inversor limita la corriente de salida que es inferior a la admisible por el cable.

**8.2.3.- Cálculo de la sección por intensidad admisible (lado ac).**

La intensidad de corriente alterna a considerar deberá ser:

$$I_{CA} = I_{N \text{ INVERSOR}} * F_c \rightarrow I_{CA} = 145A * 1,25 = 181,25 A.$$

La intensidad máxima admisible del cable elegido, de acuerdo con la norma UNE señalada anteriormente es de:

- Cable RZ1K-AS 0,6/1KV 4(1x240Al)  $\rightarrow$  332 A (UNE-211435)
- Cable de cobre de 95 mm<sup>2</sup>  $\rightarrow$  234 A

**8.2.4.- Cálculo de la sección por caída de tensión (lado ac).**

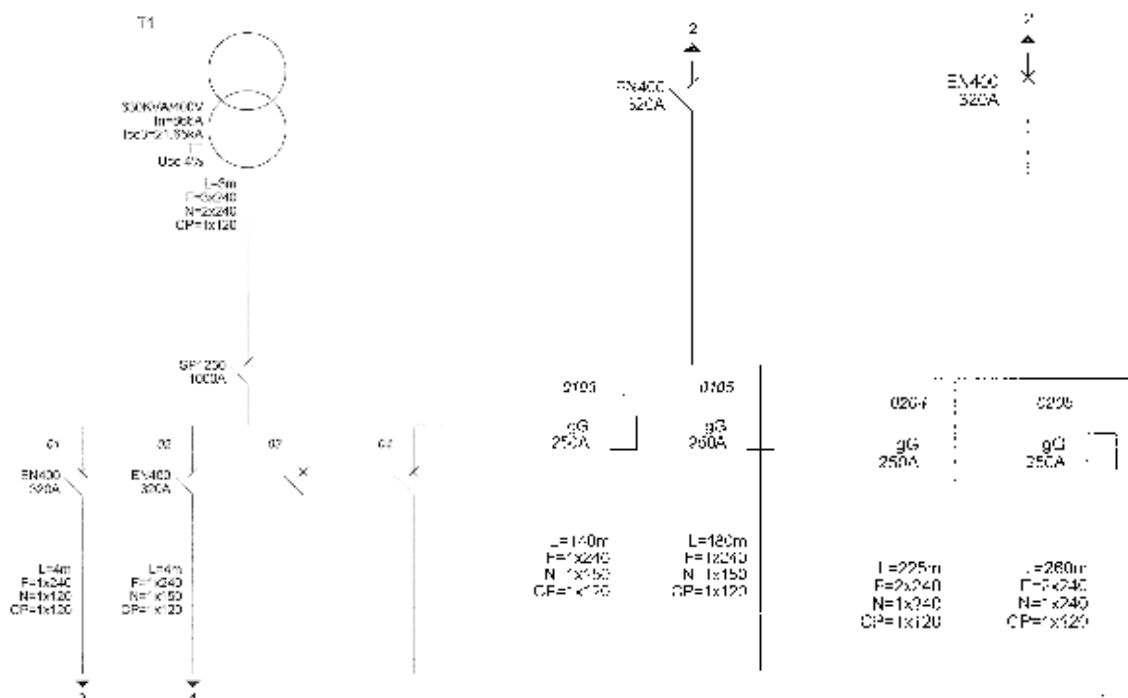
$\Delta U = 400V * 1,5 / 100 = 6 V$  (La caída del 1,5 % podría compensarse con la de la parte de continua)

$$S = \sqrt{3} * L * I * \cos \varphi / \mu * \Delta U$$

Se adopta una conductividad del aluminio a 40°C de 32 m/ ( $\Omega/\text{mm}^2$ )

Según longitudes las secciones a emplear serán:

- Longitud de 260m  $\rightarrow S = \sqrt{3} * 260 m * 145 A * 1 / 32 * 6 V = 340 \text{ mm}^2$ .
- Longitud de 225m  $\rightarrow S = 294,30 \text{ mm}^2$ .
- Longitud de 180m  $\rightarrow S = 235,44 \text{ mm}^2$ .
- Longitud de 140m  $\rightarrow S = 183,12 \text{ mm}^2$ .



Tipo fuente	Tr. Sumerg.
FOTOV-CE      Codigo	T1
Sn (kVA)	830
In (A)	866
Ucc (%)	4
Perdidas (kW)	6.5
Icc (kA)	21.65
R F (mohm)	2.89
X F (mohm)	10.82
R CP (mohm)	
X CP (mohm)	
R N (mohm)	
X N (mohm)	

FOTOV-CE Codigo	SP01	PT01	01	02
Denom.	Puente BT		ACOMETIDA	ACOMET-2
Tipo de Circuito	3P+N equi.	3P+N equi.	3P+N equi.	3P+N equi.
Esquema distribucion	TT	TT	TT	TT
Ib (A)	866	866	290	290
Pb (kW)	585.9	585.9	200.9	200.9
Tipo de proteccion		Scarg,cc,cont.ind	Scarg,cc,cont.ind	Scarg,cc,cont.ind
Naturaleza proteccion		Int.aut. IEC 947.2	Int.aut. IEC 947.2	Int.aut. IEC 947.2
Proteccion		SP1250	EN400	FN400
Calibre/In (A)		1000	320	320
Disparador		RV	Spectra	Spectra
IrTerm Automatico (A)		900	311	311
IrMag/ST Automatico (A)		9000	3172	3172
Natura. cable	AI-PRC/EPR		AI-PRC/EPR	AI-PRC/EPR
Tipo de cable	Unipolar		Unipolar	Unipolar
Longitud cable (m)	3		4	4
Forma colocacion	13		61	61
Seccion Fase (mm²)	3x240		1x240	1x240
Seccion Neutro (mm²)	2x240		1x120	1x150
Seccion CP/CPN (mm²)	1x120		1x120	1x120
Iz cable (A)	918		311	311
k(total)	0.75		0.8	0.8
dU canalizacion (%)	0.06		0.08	0.08
dU acumulada (%)	0.06		0.14	0.14
Icc max (kA)	20.71	20.71	19.9	19.9
Icc3 max. (kA)	20.71	20.71	19.9	19.9
Icc2 min. (kA)	17.67	17.67	16.81	16.81
Icc1 min. (kA)	20.07	20.07	18.44	18.83
R F/F (mohm)	8.38		7.28	7.28
X F/F max / min (mohm)	22.78/22.78		23.26/23.26	23.26/23.26
R F/N (mohm)	3.64		5.05	4.82
X F/N max/min (mohm)	11.22/11.22		11.66/11.66	11.66/11.66

FOTOV-CE Código	0107	0108
Denom.	LDESCAG 1	LDESCAG 2
Tipo de Circuito	3F+N equi	3F+N equi
Esquema distribución	TT	TT
Ib (A)	145	145
Pb (kW)	500.5	500.5
Tipo de protección	Característico	Característico
Naturaleza protección	Fusible gG	Fusible gG
Protección	gG	gG
Calibre/In (A)	250	250
Disparador		
IrTerm Automatico (A)		
IrMag/ST Automatico (A)		
Natura. cable	Al-PPC/E-PR	Al-PPC/E-PR
Tipo de cable	Unipolar	Unipolar
Longitud cable (m)	140	160
Forma colocación	E1	E1
Sección Fase (mm²)	1x240	1x240
Sección Neutro (mm²)	1x150	1x150
Sección CP/CPN (mm²)	1x120	1x120
Iz cable (A)	311	311
k(total)	0.9	0.9
dU canalización (%)	1.32	1.7
dU acumulada (%)	1.75	1.84
Icc max. (kA)	7.22	6.03
Icc3 max. (kA)	7.22	6.03
Icc2 min. (kA)	0.07	4.05
Icc1 min. (kA)	3.06	2.76
R F/F (mohm)	45.26	31.28
X F/F max / min (mohm)	75.82/15.65	52.05/32.05
R F/N (mohm)	55.26	75.26
X F/N max/min (mohm)	34.03/34.03	40.43/40.43

FOTOV-CE Código	0204	0205
Denom.	LDESCAG-3	LDESCAG-4
Tipo de Circuito	3F+N equi.	3F+N equi.
Esquema distribución	TT	TT
Ib (A)	145	145
Pb (kW)	500.5	500.5
Tipo de protección	Característico	Característico
Naturaleza protección	Fusible gG	Fusible gG
Protección	gG	gG
Calibre/In (A)	250	250
Disparador		
IrTerm Automatico (A)		
IrMag/ST Automatico (A)		
Natura. cable	Al-PPC/E-PR	Al-PPC/E-PR
Tipo de cable	Unicula	Unicula
Longitud cable (m)	220	260
Forma colocación	E1	E1
Sección Fase (mm²)	2x240	2x240
Sección Neutro (mm²)	1x240	1x240
Sección CP/CPN (mm²)	1x120	1x120
Iz cable (A)	541	541
k(total)	0.7	0.7
dU canalización (%)	1.26	1.22
dU acumulada (%)	1.2	1.36
Icc max (kA)	5.24	7.50
Icc3 max. (kA)	5.34	7.59
Icc2 mín. (kA)	5.54	5.32
Icc1 min. (kA)	3.15	2.50
R F/F (mohm)	41.07	43.28
X F/F max / min (mohm)	41.06/41.06	42.08/42.08
R F/N (mohm)	55.45	63.52
X F/N max/min (mohm)	33.66/33.66	42.85/42.86

**8.2.5.- Cálculo de la sección por cortocircuito (lado ac).**

$$I_{cc} \approx 0,8U / Z_{MAX}$$

Consideramos la salida del inversor para el cortocircuito y la protección de su línea de descarga.

Se adopta la  $I_{cc}$  existente en CT (630 KVA) de 22 KA. En el sistema de instalación del cable de 240Al la intensidad admisible es de 332A (canalización subterránea), si se emplea cable de 95 mm<sup>2</sup> Cu, la intensidad que puede soportar el mismo es de 234 A. (instalación del cable en canal protectora) Para protegerlo se instalará en cabecera un interruptor automático  $I_n$  250A, curva “C” dotado de toroidal y relé diferencial regulable.

La corriente mínima que asegura el disparo magnético del interruptor automático es de:

- $I_{CCMIN} = 10 * I_N \rightarrow I_{CCMIN} = 10 * 250 A \rightarrow I_{CCMIN} = 2.500A.$
- $I_{CCMIN} > I_M = 10 I_N \gg 25000 A > 2500 A.$

Los interruptores automáticos dispondrán un  $P_c \geq 35 KA$  y por tanto asegura el disparo magnético del mismo en caso de cortocircuito.

**9.- PUESTA A TIERRA**

La puesta a tierra de la instalación se regirá por lo especificado en:

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto – REBT y sus ITC.

De acuerdo al artículo 12 del RD 1699/2011, la puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

- Las masas de la instalación FV estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la red de la empresa distribuidora (ITC-BT-40, RD 1663/2000).
- La instalación de puesta a tierra se diseñará de tal forma, que la resistencia a tierra de cualquier masa no pueda dar a tensiones de contacto superiores a 24 V (ITC-BT-18 “Instalaciones de Puesta a Tierra”).
- El esquema de distribución de la instalación fotovoltaica será el Esquema TT (ITC-BT-40 “Instalaciones Generadoras de Baja Tensión”).
- Se colocará la estructura que sustenta a los módulos fotovoltaicos a tierra, con la finalidad de garantizar la seguridad de las personas frente a algún tipo de contacto indirecto.
- Como se ha indicado la tensión de contacto tiene que ser inferior a 24 V. La máxima corriente que puede circular por serie es la intensidad de cortocircuito del módulo que es muy próxima a la intensidad de máxima potencia.
- De manera similar a lo realizado con el campo generador, se realizará la puesta a tierra del inversor uniéndolo a la tierra del propio edificio o creando una independiente.

La instalación dispondrá de puesta a tierra por medio de los cables de TT señalados. El inversor dispone de control permanente del aislamiento que detecta la aparición de un primer fallo cuando la resistencia de aislamiento sea inferior a un valor prefijado, activando una alarma y en su caso deteniendo el equipo.

El cableado de protección utilizado tendrá una sección mínima de 25 mm<sup>2</sup> en cobre o de 50 mm<sup>2</sup> en aluminio, tanto en la parte de continua como en la parte de alterna.

El cableado de protección tendrá un trazado junto a las estructuras de apoyo de las placas fotovoltaicas, uniendo las mismas a tierra. Además, se unirán a la red de tierra todas las masas metálicas accesibles

#### **10.- CANALIZACIONES.**

Se utilizarán bandejas metálicas o canales en instalación de superficie de 100\*62 para alojamiento de los diversos cables en la caseta de inversor. Desde las estructuras soportes de los paneles a la caseta de inversor y desde la caseta al APM, el cable irá alojado en canalización subterránea bajo tubo de TPC-DN 160

Autol junio de 2025  
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo. Ruben Frías Ruiz  
(Colegiado nº 217)

## **ANEXO N° 2**

### **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **1.- INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN TÉCNICO-JURÍDICA**

El Real Decreto 1627/1997 exige la realización de una documentación referente a los aspectos sobre la seguridad de la obra que se vaya a ejecutar. En cumplimiento de las prescripciones del referido Reglamento corresponde realizar para la obra que nos ocupa un Estudio Básico de Seguridad, en virtud del art. 4.2 del citado RD.

Este estudio básico recoge las normas de seguridad aplicables a la obra, con identificación de los riesgos que pueden estar presentes, así como las medidas técnicas dispuestas en orden a su disminución. Se incluye asimismo la relación de equipos de protección que se utilizarán, incluyendo también aquellas informaciones útiles para la realización de trabajos posteriores que pudieran ser previsibles.

Este estudio de seguridad establece, durante la ejecución de los trabajos de la unidad de obra citada, las previsiones respecto a la prevención de riesgos y accidentes profesionales.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa instaladora (y sus contratistas, si los hubiera) para llevar a término sus obligaciones en materia de prevención de los riesgos laborales, facilitando el desarrollo de las obras bajo el control de la Dirección Técnica de la misma en consonancia con lo exigido por el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

Si se contratara alguna empresa auxiliar para el desarrollo de los trabajos, el adjudicatario de las obras es responsable solidario con la principal de cualquier incumplimiento en esta materia (art. 42. 2º de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales).

### **2.- CENTRO DE TRABAJO**

#### **SITUACIÓN:**

Polígono 20- Parcela 185- Zona 3  
Camino de Quel a Autol - Término Cerro de Santiago  
26560 Autol (La Rioja)

#### **TITULAR - PRODUCTOR**

Caherpa Servicios Energéticos, S.L.  
C/ Hermandad nº 1- 1º C  
26560 Autol (La Rioja)  
NIF: B26.557 595

### **3.- CENTROS SANITARIOS PRÓXIMOS**

#### **CONSULTORIO MÉDICO**

Centro de Salud de Autol  
Plaza de España nº 1  
26560 AUTOL  
Tfno.: 941 390331

## **HOSPITAL MÁS PRÓXIMOS:**

### **FUNDACION HOSPITAL CALAHORRA**

Ctra. Logroño, s/n  
26500 Calahorra, La Rioja  
Teléfono: 941 15 10 00

### **HOSPITAL EN LOGROÑO**

HOSPITAL SAN PEDRO  
C/ Piqueras, 98  
Barrio “La Estrella”  
26006 Logroño  
Teléfono: 941 298000

## **4.- CARACTERÍSTICAS OBRA PROYECTADA:**

### ■ **Tipología:**

Instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, de potencia nominal 99,96 KWp, con módulos FV emplazados en estructura metálica hincada al suelo, orientación este-oeste.

### ■ **Ejecución:**

Plazo: 40 días

Trabajadores: Se prevé la existencia de 2 trabajadores simultáneamente.

Nº de días: Los días de trabajo del total de trabajadores es 72 días.

### ■ **Entorno de la instalación e inmueble**

Encuadre: Zona rústica de Autol.

Acceso: Por el Camino de Quel a Autol- Término Cerro de Santiago

Edificaciones próximas: Viviendas.

Infraestructuras: Red eléctrica y camino de acceso.

## **5- INFORMACIÓN PREVIA A LA REALIZACION DE LA OBRA**

### ■ **Límites del Centro**

El centro de trabajo se ciñe a los terrenos que el promotor dispone en el Camino de Quel a Autol, Polígono 20, Parcela 185 de Autol (La Rioja)

### ■ **Servicios:**

Vestuarios: Caseta de obras o bajo del contratista en Autol.

Retretes, lavabos y duchas: Caseta de Obra o bajo del contratista en Autol.

Comedor/ Cocina: No se prevén

Botiquín: Primeros auxilios.

### ■ **Conducciones:**

Pueden existir servicios urbanos (aéreos y/o subterráneos) que afecten a la instalación proyectada, por lo que habrá que solicitar información a los titulares de los servicios y realizar catas.

## **6.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Se empleará un suministro de obras desde la red de BT existente en la zona o se empleará grupo electrógeno, para los trabajos de la instalación fotovoltaica de autoconsumo colectivo, esta instalación para obras deberá verificar las exigencias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-33. El sistema de protección será por puesta a tierra de masas asociada a diferenciales de media y alta sensibilidad, resistencia de la puesta a tierra inferior a 10 óhmios.

## **7.- CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.**

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra. Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

## **IDENTIFICACIÓN DE TRABAJADORES EXPUESTOS EN LA OBRA**

Tanto en el caso de intervenir en la obra trabajadores de distintas empresas como de una sola empresa se deberá dejar constancia documental de sus datos nominales, cargo, experiencia, así como de posibles sensibilidades y características personales.

Trabajador	Cargo	N° SS	Experiencia	Contrato
	<b>Jefe de equipo</b>			
	<b>Oficial</b>			
	<b>Peón</b>			

## **8.- DESCRIPCIÓN POR FASES DEL PROCESO**

### **8.1.- FASE DE ACTUACIONES PREVIAS: REPLANTEO**

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, mediante el cual el Director de Obra y/o encargo marcarán las zonas de las canalizaciones y se señalizarán o indicarán el emplazamiento de los distintos elementos integrantes de la instalación eléctrica. Se pondrán señales de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.

El instalador electricista una vez finalizada el acta de replanteo y antes del comienzo de la obra comprobará que han sido reflejadas en el proyecto o documentación técnica, las modificaciones para adecuarlas a la realidad de la obra. Las variaciones se comunicarán al director de la obra y al encargado de recepción de la obra.

#### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Generación de polvo
- Pisadas sobre objetos
- Factores climáticos de frío o calor
- Contactos con líneas eléctricas existentes
- Choques, golpes, cortes, atrapamientos con vehículos de la obra
- Descoordinación entre la empresa principal e instaladora

#### **Medidas preventivas de seguridad**

1. Se llevará a cabo una inspección visual por las personas encargadas de realizar el replanteo sobre el terreno de modo que se observen los lugares donde se sitúen posibles problemas de coordinación entre las empresas y las zonas de interferencia de trabajadores con vehículos, al objeto de señalizarlas convenientemente.
2. Se confirmará y verificará la existencia o inexistencia de instalaciones subterráneas en el lugar (gas, agua, pozos)
3. Estará absolutamente prohibida la presencia de trabajadores operando en planos inclinados en lugares de fuerte pendiente, así como debajo de macizos horizontales.
4. La obra será señalizada tanto frontal como longitudinalmente en todas las zonas donde directa o indirectamente se realicen trabajos.
5. Se nombrará un coordinador de seguridad de la obra entre el instalador y el encargante que dirija los aspectos de seguridad de la obra y de modo que coordine y realice un seguimiento

**Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad

**8.2.- FASE DE ACOPIO Y TRANSPORTE DE MATERIALES**

Se realiza mediante la selección de los materiales a emplear en el propio almacén de la empresa instaladora o en otros almacenes donde se encuentren los materiales a utilizar. Se transportarán por medios propios de la empresa o ajenos (camiones con pluma). El material se deposita a pie de obra para su posterior instalación, construcción y montaje.

**Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Atropellos, atrapamientos y colisiones originados por maquinaria y vehículos
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos en obra
- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Generación de polvo
- Choques entre vehículos
- Contactos con líneas eléctricas.

**Medidas preventivas de seguridad.**

1. Mantener una adecuada ordenación de los materiales delimitando las zonas de apilamiento. Mantener en condiciones de limpieza y libre de obstáculos la zona de almacenaje.
2. El acarreo de materiales debe realizarse por medios mecánicos siempre que sea posible para evitar sobreesfuerzos. No se izarán cargas manualmente superiores a 25 kilogramos.
3. Para la manipulación manual de objetos, mantener la espalda recta; deben estar limpios y sin sustancias resbaladizas; la base de apoyo de los objetos debe ser estable, en otro caso se deberá proceder a estabilizarla. Utilizar medios auxiliares siempre que sea posible en estas tareas de transporte (carretillas de mano, etc.)
4. El anclaje de las máquinas y aparatos que produzcan ruidos, vibraciones o trepidaciones se realizará de modo que se logre su óptimo equilibrio estático y dinámico, tales como bancadas cuyo peso sea superior 2 veces al menos al de la máquina que soportan, por aislamiento de la estructura general o por otros medios técnicos (art. 31 OGSHT).

**Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Mono de trabajo (y/o traje de agua y botas de goma, si fuera necesario)
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturones anticaída para trabajos en altura.
- ☐ Fajas

**8.3.- FASE EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES Y APERTURA DE ZANJAS.**

Se procede a realizar las excavaciones y zanjás por medios mecánicos (retroexcavadora y pala mecánica) con repasos manuales, donde se ubicarán las líneas y en su caso zapatas de cimentación según las correspondientes especificaciones técnicas del proyecto de la obra.

**Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos.
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Vuelcos
- Contactos con líneas eléctricas e infraestructuras urbanas existentes
- Proyección de partículas
- Ruido y vibraciones
- Desplomes de taludes.

**Medidas preventivas de seguridad: PALAS Y RETROEXCAVADORAS:**

1. Para subir y bajar a la pala retroexcavadora, utilizar los peldaños dispuestos para ello y subir de forma frontal, asistiéndose con las manos. No realizar ajustes con la máquina en movimiento o el motor funcionando, para ello: apoyar en el suelo el cazo o cuchara, parando el motor, poniendo el freno de mano y bloqueando la máquina.
2. No poner trapos grasientos o combustible sobre la máquina. Seguir un mantenimiento de la máquina. En operaciones de limpieza con aire a presión colocarse guantes, mascarilla, mono y mandil. No liberar los frenos de la máquina en posición de parada sin instalar antes los tacos de inmovilización.
3. Las palas y retros deben tener pórtico de seguridad en la cabina para su conductor. Revisar los puntos de escape del motor periódicamente. Debe existir botiquín de primeros auxilios en la máquina. Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha o con el cazo izado sin apoyar en el suelo.
4. La cuchara permanecerá lo más cercana posible al suelo en los desplazamientos de tierras. Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara de la pala o retro. Deberán estar dotadas de extintor revisado al día. Deberán disponer de luces y bocina de retroceso. Los conductores, antes de iniciar nuevos recorridos deberán comprobar a pie los terrenos a recorrer. Se prohíbe mover grandes cargas en caso de fuertes vientos.
5. En retroexcavadoras se prohíbe realizar movimientos de tierras sin poner en servicio antes los apoyos hidráulicos de inmovilización. Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de esfuerzo de la máquina. El cambio de posición se realizará situando el brazo en el sentido de la marcha. Se instalará una señal de peligro sobre una pica o estaca (o señal móvil) en el límite de la zona de actuación de la máquina.

6. Caso de zanjas bajo aceras: en casos, debidamente justificados, en que la profundidad de colocación de los conductores sea inferior al 60% de lo indicado en proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos o chapas de adecuada resistencia. Las distancias a otros servicios en ningún caso serán inferiores a 25 cm. Si existen conducciones de otros servicios en la misma posición vertical se tratará de que su separación sea superior a 30 cm.; en caso de ir paralelas a menor distancia es conveniente colocar tubos divisorios de material incombustible y suficiente resistencia mecánica. Las curvas se realizarán de forma que los radios de los conductores, situados en las posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable en el tripolar y 15 veces en el unipolar.
7. Caso de zanjas en cruces de calzada: Serán rectos perpendiculares al eje de las calles y hormigonados en su totalidad; en tramos rectos se dejarán calas de unos 3 cm., cada 20 metros al menos, en las que se interrumpirá la continuidad de los tubos. Una vez tendido esas calas se taparán cubriendo previamente el cable. En los cambios de dirección se construirán arquetas cerradas (de hormigón o ladrillo) con ángulos de desvío no inferiores a 90° (recomendación: el radio de curvatura del cable será de 20 veces el diámetro exterior del cable)

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Faja

### **8.4.- FASE DE COLOCACION Y HORMIGONADO DE TUBOS**

Se procede a la colocación manual de los tubos por capas vertiendo el hormigón directamente sobre ellos, y extendiendo el hormigón con rastrillas y medias lunas hasta llegar a los grosores necesarios.

### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos
- Colisión entre vehículos
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos, Proyección de partículas

### **Medidas preventivas de seguridad**

1. Para el camión hormigonera: Las rampas de acceso a los tajos no superarán el 20% en evitación de vuelcos. La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en lugares señalados para tal fin. La puesta en estación y los movimientos del vehículo durante las operaciones de vertido serán dirigidas por un señalista. Las operaciones de vertido a lo largo de cortes en el terreno se efectuarán sin que las ruedas del camión sobrepasen la línea blanca de seguridad situada a dos metros del borde.

2. Para la grúa: Antes de iniciar maniobras se calzarán las ruedas y los gatos estabilizadores. Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad- Se prohíbe superar la capacidad de carga del pluma o elemento de carga bajo ningún concepto. Las rampas de acceso a los tajos no superarán el 20% en evitación de vuelcos. Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión este inclinada hacia el lado de la carga. Se prohíbe arrastrar cargas con la grúa. Las cargas en suspensión se guiarán mediante guías de gobierno. Se prohíbe la presencia de personas en torno a la grúa a menos de 5 metros de distancia.
3. Se prohíbe el paso y permanencia bajo cargas en suspensión. Se prohíbe realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se balizará la zona de trabajo siempre que se altere por la ubicación de la máquina la normal circulación de vehículos, señalizando con señales de dirección obligatoria.
4. Las labores se realizarán coordinadamente disponiéndose una persona como señalista de las operaciones. Los miembros de las empresas participantes deberán estar coordinados y bajo las órdenes de la dirección de obra.

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad

### **8.5.- FASE DE MONTAJE, TENDIDO SUBTERRÁNEO DE CONDUCTORES**

Se procede a colocar los conductores introduciéndolo en los tubos de las zanjas correspondientes hasta su posición definitiva.

#### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Atrapamientos
- Proyección de objetos desprendidos
- Proyección de partículas
- Golpes, cortes por objetos y/o herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Sobreesfuerzos

#### **Medidas preventivas de seguridad**

1. Se utilizarán siempre que se pueda medios mecánicos. Si se procede a tirar a mano se realizará entre varias personas con los descansos correspondientes.
2. Se dispondrá la bobina del conductor sobre una superficie estable y quedará fijada.
3. Se deberán utilizar los medios de protección individual suministrados, su falta de utilización supondrá una negligencia del trabajador.
4. El tendido se realizará con los cables soportados por los rodillos adecuados. La bobina estará sujeta y con los gatos apropiados debiendo disponer de dispositivo de frenado.
5. En el tiro del conductor se procederá a tirar con cabrestante u otras máquinas que proporcionen la tracción necesaria para el tendido y deberán disponer de dinamómetros adecuados.

6. Estos trabajos se realizarán al menos por una brigada de trabajo (se recomienda un mínimo de tres personas, incrementándose según las dimensiones de los tramos) que actuarán coordinadamente bajo la dirección del jefe de equipo o brigada. Es conveniente disponer de medios adecuados para comunicar y coordinar al equipo (emisora u otros medios), ya que cada operario de sitúa en una arqueta que vigila el tendido del conductor y avisa de posibles incidencias.
7. El trabajo se suspenderá cuando la temperatura sea inferior a 1°C debido a la rigidez que toma a esta temperatura el aislamiento.
8. Los cables unipolares se marcarán con cinta adhesivo azul, blanca o roja de PVC cada 1,5 m. Cada terna se agrupará con cinta similar, de color negro, dispuesta cada 1,5 m sin coincidir con las anteriores. En los cruces no se permitirá el paso de dos circuitos por el mismo tubo, bien sean los circuitos unipolares o tripolares.
9. Cuando en una misma zanja coincidan líneas de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, agrupando en cada banda los cables de igual tensión. La separación mínima entre cada dos cables multipolares será de 20 cm, dentro de una misma banda.
10. Se cubrirá siempre una zanja con una capa de 15 cm. de arena fina no dejándola nunca abierta, se situará la rasilla de señalización protegiendo sus extremos para asegurar su estanqueidad. El testigo cerámico será de rasilla o ladrillo de un pie de ancho cuando se trate de un solo cable, incrementándose en medio pie por cada nuevo cable.
11. Se colocará una cinta de cloruro de polivinilo a lo largo de la canalización, de una tira por cada cable tripolar o tema de unipolares, señalizando la existencia subterránea de cables.
12. Los empalmes se realizarán siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Escaleras aisladas en todas sus partes
- ☐ Faja
- ☐ Juego de tierras portátil

### **8.6.- OBRA CIVIL PARA CASETAS PREFABRICADAS Y VARIOS.**

#### **A) Riesgos más frecuentes**

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

#### **B) Medidas preventivas**

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.

- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

### **8.7.- FASE MONTAJE ESTRUCTURA PARA PANELES SOLARES**

Previamente se hará el replanteo para la colocación de las hincas, antes del montaje de la estructura portante. Con ayuda del equipo topográfico, se marcarán utilizando estacas de madera o clavos con cinta el punto de hincado de cada perfil, utilizando ropa de trabajo y chaleco reflectante de alta visibilidad y señalizando la zona de trabajo con conos para evitar atropellos.

Se descargan los paquetes de hincas con un manipulador telescópico. Se acopiarán tantos paquetes como sean necesarios para su reparto en el terreno. Si el manipulador telescópico no llega al fondo del camión, se utilizará una transpaleta manual para poder mover los paquetes al punto donde llegue la horquilla del manipulador. Una vez situado el palet para bajarlo con el manipulador, el trabajador deberá bajar de la caja del camión antes de producirse la descarga del palet. Los paquetes irán flejados y se distribuirán hasta sus lugares de utilización, se cortará y se procederá a la manipulación manual de las hincas por medio de dos operarios para situar cada unidad en su lugar de hincado.

#### **Fase instalación de hincas**

Las hincas se clavarán en el terreno utilizando hincadoras de percusión, en algunos casos, depende del terreno, se usará cimentación.

Las Medidas preventivas son:

- Señalizar la zona de hincado, manteniendo limpia la zona y ordenada, prohibiéndose el paso a personal ajeno a los trabajos.
- Los elementos de enganche de la hincadora estarán en buen estado.
- Las hincas estarán libres de rebabas y bordes cortantes, y se utilizarán guantes de seguridad y protección auditiva.
- La distancia de seguridad durante el izado de la hinca será del doble de la longitud de la hinca por si esta se cae.
- Se utilizará el mando de control remoto si existe y manteniéndose a una distancia de mínimo 2 metros.
- Los elementos móviles de la hincadora deben estar totalmente aislados o protegidos mediante resguardos y/o dispositivos de seguridad.
- La circulación de la maquinaria se hará por terreno estable y libre de obstáculos
- No situarse en el lado de escape de gases del motor.

#### **Fase montaje de la estructura soporte paneles**

- Protección auditiva en el uso de la atornilladora de impacto.
- Señalizar la zona de trabajo mediante conos para impedir el paso a personal ajeno.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada.

- Uso de mascarilla en ambiente pulverígeno y guantes de seguridad.
- No manipular cargas por una sola persona cuando se superan los 25 kg.
- Prohibido permanecer bajo cargas suspendidas.
- Uso de protección solar.
- Revisar, los elementos de izado (eslingas, grilletes, etc.) si hubiera que utilizarlas.
- Para evitar atrapamientos se mantendrán las manos y dedos fuera del rango de posicionamiento de las placas.
- Se mantendrá siempre visible al operador de la maquinaria o conductor de vehículos.
- Los EPIs deben de estar libres de sustancias inflamables como: grasas, lubricantes, aceites etc. Será responsabilidad del trabajador preocuparse del mantenimiento de estos.
- Prohibido el tránsito de personal por áreas no autorizadas.
- El personal autorizado para operar equipos móviles y/o conducir vehículos de apoyo, serán aquellos que cuenten con las competencias necesarias para el cargo.
- Sólo el personal previamente adiestrado, informado y formado sobre los riesgos específicos de la actividad podrá participar en los trabajos.
- Recoger los residuos generados en el momento, para evitar que en caso de viento se esparzan por toda la planta solar.
- El transporte de los torquetubos, se harán con manipulador telescópico, elevando por su parte media y fijándose en los dos extremos.
- No realizar trabajos en la estructura cuando exista hielo, nieve, vientos superiores a 50 km/hora o amenaza de tormenta.
- Antes de la utilización de cualquier máquina, se comprobará que se encuentra en buenas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados en buen estado.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Uso de arnés de seguridad, para trabajos a más de 2 metros de altura.
- Se creará en la obra un espacio dedicado al acopio clasificado de material próximo al lugar de montaje.
- En la colocación de las vigas principales, se priorizará el uso de equipos mecánicos tanto de transporte como de elevación, mediante el uso apropiado de equipos tipo manipulador telescópico o similar.
- Se utilizarán eslingas de capacidad adecuada, revisándose todos los días previo al inicio de los trabajos.

### **Fase montaje módulos solares**

- Los palets se colocarán entre las alineaciones de módulos sin interferir los trabajos de montaje y con el objetivo de asegurar el correcto trabajo por turnos en su posterior instalación. La velocidad de movimiento de la maquinaria utilizada se adaptará para evitar microrroturas en los paneles y se protegerán las uñas de carga de la maquinaria.
- Antes del montaje de los módulos se habrá realizado una comprobación del correcto montaje de la estructura soporte de los mismos.
- Colocación del módulo en la parte superior de los rieles.
- Colocación del pasador a través del marco del módulo y el riel del módulo.
- Los módulos serán manipulados por dos personas, después se coloca el módulo en posición y los herrajes, y posteriormente una tercera persona realiza el remachado final tras el alineado de los mismos.
- No está permitida la operación por una sola persona.

## **8.8.- FASE DE CANALIZACIONES DE CONDUCTORES**

Se procede a realizar las canalizaciones donde se colocarán los conductores, normalmente junto al techo y por medio de bandejas, tubos o por paramentos.

### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Vuelcos o desplome de andamios o de sus elementos
- Proyección de partículas
- Ruido y vibraciones
- Contactos eléctricos
- Enfermedades no detectadas (vértigo, epilepsia, etc.)

### **Medidas preventivas de seguridad:**

1. Es recomendable siempre el uso de plataformas telescópicas graduables en altura dotadas de protección en todo el perímetro de la plataforma de trabajo de al menos 0,9 m con interferencia de listón a la mitad de altura (siempre que sean de dos o más metros de altura). En cualquier caso, se utilizará cinturón anticaída.
2. Para andamios, en general (y para tubulares de piezas metálicas arriostradas): Se delimitará la zona de trabajo impidiendo que pasen personas por debajo. Se arriostrarán para evitar movimientos que puedan hacer perder el equilibrio, se revisará toda la estructura antes de comenzar su uso, se anclarán los "tablones que formen parte de la parte superior, deberán tener una anchura mínima de 60 cm; los tablones deberán estar atados entre sí y a los extremos, sin defectos visibles y limpios. Deberán ser capaces de soportar 4 veces la carga máxima prevista. Los tramos verticales de los andamios se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas. No se depositará carga violentamente sobre el andamio, ni se sobrecargará con materiales más allá de lo estrictamente necesario. No se realizarán movimientos violentos sobre los andamios. Se anclarán los cinturones anticaída a "puntos fuertes" de la estructura de la nave, dejando una línea de vida que permita desarrollar los trabajos. No habrá en el andamio más personal del estrictamente necesario. Se deberá señalar y proteger con vallas la base del andamio de forma que quede protegido contra choques por vehículos o carretillas elevadoras que circulen por la planta. Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios. Se prohíbe saltar de la plataforma de trabajo al interior del edificio, el paso se realizará mediante pasarela instalada al efecto. Se prohíbe abandonar sobre el andamio materiales o herramientas.
3. Se prohíbe arrojar escombros directamente desde el andamio: el escombros se recogerá de planta a planta o se descargará y/o verterá mediante trompas. Se prohíbe fabricar morteros directamente sobre la superficie de los andamios. Se trabajará en el mismo nivel del andamio, y en todo caso, nunca en la misma vertical. No se trabajará bajo régimen de lluvias o fuertes vientos si se está a la intemperie. Se señalarán las zonas de influencia en las fases de montaje y desmontaje de los andamios.
4. En andamios de borriquetas se seguirán las especificaciones anteriores, disponiendo al menos de tres caballetes si la longitud del andamio es de 3 metros.

5. Se utilizarán los equipos de protección personal estando dirigidos por un jefe de equipo que deberá coordinar las actividades y trabajos de su equipo y en cooperación con un representante de la peticionaria de los trabajos.
6. Se prestará atención a las condiciones de iluminación, siendo preferible trabajar con luz natural o bien dotarse de focos auxiliares que incrementen el nivel de iluminación.
7. Las escaleras dobles o de tijera estarán dotadas de cadenas o cables que impidan que se abran durante su uso.
8. Para escaleras de mano: se prohíbe su uso para alturas superiores a 5 metros. Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes. Deberán apoyarse en lugares firmes. Estarán firmemente amarradas en su extremo superior a la estructura u objeto a que den acceso. Se instalarán de modo que su apoyo inferior diste 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos. Se apartarán de elementos móviles que puedan derribarlas o se protegerán en su base y cuerpo. El ascenso y descenso se realizará frontalmente y en alturas de más de 3 m se realizará con cinturón de seguridad amarrado a un cable paralelo por el que circulará un mecanismo de sujeción libremente. Se prohíbe transportar cargas superiores o iguales a 25 kg en escaleras. El acceso a la escalera de operarios se realizará uno a uno. Si son de madera los largueros serán de una sola pieza sin defectos y con peldaños ensamblados.
9. Se prohíbe el paso y permanencia bajo cargas en suspensión. Se prohíbe realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se balizará la zona de trabajo siempre que se altere por la ubicación de la máquina la normal circulación de vehículos, señalizando con señales de dirección obligatoria.
10. Las labores se realizarán coordinadamente disponiéndose una persona como señalista de las operaciones. Los miembros de las empresas participantes deberán estar coordinados y bajo las órdenes de la dirección de obra.

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Faja

### **8.9.- FASE DE COLOCACION DE EQUIPOS**

Se procederá a la colocación de los equipos mediante el manejo e instalación manual o por medios mecánicos de los mismos.

### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel, caídas a distinto nivel
- Atrapamientos, golpes, cortes por objetos, herramientas y vehículos
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Sobreesfuerzos
- Proyección de partículas
- Vuelcos o desplome de andamios
- Contactos eléctricos.

### **Medidas preventivas de seguridad**

1. Se prohíbe el paso y permanencia bajo cargas en suspensión. Se prohíbe realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas. Se balizará la zona de trabajo siempre que se altere por la ubicación de la máquina la normal circulación de vehículos, señalizando con señales de dirección obligatoria.
2. Las labores se realizarán coordinadamente disponiéndose una persona como señalista de las operaciones. Los miembros de las empresas participantes deberán estar coordinados y bajo las órdenes de la dirección de obra.
3. Es recomendable siempre el uso de plataformas telescópicas graduables en altura dotadas de protección en todo el perímetro de la plataforma de trabajo de al menos 0,9 m con interferencia de listón a la mitad de altura (siempre que sean de dos o más metros de altura). En cualquier caso, se utilizará cinturón anticaída.
4. Para andamios, iluminación, escaleras en general se considerará lo señalado en el punto anterior

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Escaleras aisladas en todas sus partes

### **8.10.- USO DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.**

#### **Riesgos Detectables:**

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

#### **Medidas de seguridad:**

1. Estas labores serán realizadas por personal especializado.
2. El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
3. Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
4. Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
5. Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
6. En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
7. Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
8. Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner la alerta de cualquier imprevisto.

9. Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
10. Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
11. Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

#### **Prendas de protección personal.**

- ☐ Cascos de seguridad
- ☐ Cinturón de seguridad.
- ☐ Ropas y guantes adecuados.
- ☐ Botas de seguridad.
- ☐ Cinturón anti lumbago.
- ☐ Protección auditiva en caso necesario.

#### **8.11.- TRABAJOS EN ALTURA**

Se realizarán los trabajos en grúa o anclados por medio de sirgas a puntos fijos. Se pueden dividir las causas de accidentes en humanas, materiales y diversas.

Las causas humanas proceden por carencia de condiciones físicas del operario, etc., las actuaciones son reconocimiento médico del operario, información y formación preventiva.

Las causas materiales proceden por la no utilización de elementos de protección adecuados y por la incorrecta o defectuosa construcción sobre la que se va a trabajar, las actuaciones serán un reconocimiento de los equipos de protección, revisión de las infraestructuras antes y durante los trabajos, se considerará la climatología y prendas de vestir.

#### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos. Proyección de objetos desprendidos. Proyección de partículas
- Golpes, cortes por objetos y/o herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos directos: electrocución por aparato eléctrico atmosférico

#### **Medidas preventivas de seguridad**

1. En trabajos en altura se utilizarán siempre cinturones anticaída y se amarrarán convenientemente. Se procederá a la reposición de los equipos siempre que sea necesario.
2. Se deberán utilizar los medios de protección individual suministrados, su falta de utilización supondrá una negligencia del trabajador.
3. Se utilizarán siempre que se pueda medios mecánicos. Si se procede a tirar a mano de los conductores se realizará entre varias personas con los descansos correspondientes.
4. Las operaciones se iniciarán siempre existan los suficientes puntos de fijación y seguridad tomando precauciones como arriostramiento para evitar fatigas o deformaciones anormales.

5. Estos trabajos se realizarán al menos por una brigada de trabajo de dos personas, que actuarán coordinadamente bajo la dirección del jefe de equipo o brigada: deberán estar comunicados.

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Escaleras aisladas en todas sus partes
- ☐ Faja
- ☐ Juego de Tierras portátil

### **8.12.- FASE DE EMPALMES Y TERMINACIONES**

Se procede a cortar el cable a la medida que corresponda según las indicaciones del fabricante, a su pelado y empalme con manguitos y terminales para su posterior comprobación.

### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos
- Golpes, cortes por objetos, herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Proyección de partículas
- Contactos eléctricos directos
- Sobreesfuerzos, quemaduras por contacto con resina y otras sustancias sellantes

### **Medidas preventivas de seguridad**

1. Mantener especial atención en las tareas de pelado del cable con elementos de corte como cúter o navajas, con iluminación adecuada. En operaciones de engaste de manguitos y terminales con prensa hidráulica se mantendrá la zona libre de interferencias y limpia de objetos.
2. En el vertido de resina se deberá usar guantes específicos además de realizarse mediante pistola de inyección.
3. Utilización de los equipos de protección individual suministrados.
4. Los trabajadores deberán estar capacitados para las tareas a realizar teniendo la categoría profesional de oficiales. Deberán llevar sus Equipos de protección individual suministrados al efecto. El jefe de equipo velará por el cumplimiento de las normas de seguridad. Se deberá realizar el trabajo de colocación de terminales y en general los trabajos en altura en ausencia de grandes vientos.

5. En Salidas aéreas de cables subterráneos de M.T. éstos estarán protegidos mecánicamente por tubos de hierro galvanizado de al menos 3". Estarán empotrados en el terreno unos 50 cm, y tendrán una altura de 2,5 m. sobre el suelo. Cada cable tripolar o tema de unipolares se alojará en un tubo. Los tramos de cable por encima de la protección mecánica se graparán de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar su cubierta de protección.

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Escaleras aisladas en todas sus partes

### **8.13.- FASE DE CONEXIONADO A RED**

Se procede a conectar la instalación a la red de modo que quede en funcionamiento.

### **Identificación de los RIESGOS LABORALES más frecuentes:**

- Caídas en el mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Atrapamientos
- Golpes, cortes por objetos y/o herramientas
- Atropellos por maquinaria y vehículos en obra
- Proyección de objetos desprendidos
- Proyección de partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos directos e indirectos, electrocución
- Vuelcos o desplome de andamios

### **Medidas preventivas de seguridad**

1. Aplicable lo anteriormente expuesto
2. Mantener especial atención en las tareas de pelado del cable con elementos de corte como cúter o navajas, con iluminación adecuada.
3. Los trabajadores deberán estar capacitados para las tareas a realizar teniendo la categoría profesional de oficiales. Deberán llevar sus Equipos de protección individual suministrados al efecto. El jefe de equipo velará por el cumplimiento de las normas de seguridad.
4. Estos trabajos se recomiendan que se realicen al menos por un equipo de trabajo de dos personas, que actuarán coordinadamente bajo la dirección del jefe de equipo o brigada.
5. Los empalmes se realizarán siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.
6. Las zonas de trabajo tendrán una iluminación suficiente. La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla (alimentados preferiblemente a 24 V). Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de alimentación, sin la utilización de las clavijas macho - hembra. El cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica sobre andamios o escaleras se efectuará una vez que se haya protegido el hueco con una red horizontal.

7. En terrazas, tribunas, balcones se efectuará una vez se haya instalado una red tensa entre la planta techo y la de apoyo en la que se ejecutan los trabajos. El último cableado que se efectuará será el del cuadro general de medida y protección, guardando los mecanismos de conexión hasta que sea definitiva. Antes de entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión con detenimiento de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales directos e indirectos de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

### **Protecciones personales para controlar y reducir los riesgos descritos**

- ☐ Casco homologado
- ☐ Ropa de trabajo
- ☐ Guantes homologados
- ☐ Calzado de seguridad
- ☐ Cinturón anticaída
- ☐ Escaleras aisladas en todas sus partes
- ☐ Faja

### **9.- MAQUINARÍA**

La maquinaria que se va a utilizar en la obra es:

- Plataforma Elevadora
- Camión grúa
- Máquina-herramienta:
  - Taladros manuales
  - Herramienta manual.

Toda la maquinaria cumplirá con la legislación vigente, y en su uso se requiere de medidas de prevención individual.

### **10.- MEDIOS AUXILIARES**

Como medios auxiliares a utilizar:

- Andamios sobre borriquetas
- Escaleras de mano
- Andamios tubulares

Todos los medios auxiliares a emplear cumplirán con la legislación vigente, siendo necesaria una minuciosa observancia de su correcto estado, montaje y utilización.

### **11.- PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES.**

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto de Ejecución se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento, en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

- Ganchos de servicio.
- Elementos de acceso a zonas altas (perfiles metálicos)
- Barandilla en cubiertas planas.
- Guías desplazables para limpieza.
- Ganchos de ménsula (pescantes)

## **12.- LEGISLACIÓN ESPECÍFICA**

De la legislación señalada en el Pliego de Condiciones Técnicas, es necesario recordar y señalar el obligado cumplimiento de las referidas a la Seguridad e Higiene en el trabajo, entre otras:

- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).
- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- R.D. 614/2.001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Real Decreto 171/2004 de 30 de enero por el que se desarrolla en artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006 de 19 de mayo por el que se modifica el R.D. 39/1997 y 1627/1997
- Real Decreto 2177/2004 modificación del R.D. 1215/1997 en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006
- 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.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC- RAT 01 a 23 (Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo).
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

- Real Decreto 244/2019 Autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-Ley 4/2023 sobre prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas
- Normas específicas- Dentro de estas Normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, prescripciones e instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:
  - “Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas”.
  - “Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos”.
  - Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.
  - Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.

Autol junio de 2025  
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo. Ruben Frías Ruiz  
(Colegiado nº 217)

## **ANEXO N° 3**

### **MANTENIMIENTO INST. FOTOVOLTAICAS**

## **ANEXO 3.- MANTENIMIENTO INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS**

El mantenimiento de una instalación fotovoltaica la podemos dividir en dos partes que requerirán acciones diferentes:

- A. Paneles fotovoltaicos y elementos de suportación que se ubican habitualmente en la cubierta del edificio o en suelo soportados por estructuras metálicas..
- B. Componentes eléctricos (inversores, cuadros AC, cuadros DC, cableados y conectores, etc.) ubicados habitualmente en el interior del edificio.

### **1.- ESCALONES DE ACTUACION DEL MANTENIMIENTO**

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

#### **1.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El plan de mantenimiento preventivo está constituido por las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral a la instalación. Se realizará un informe técnico en cada visita donde se reflejarán todos los controles y verificaciones realizados y si hay alguna incidencia.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen dos partes claramente diferenciadas:

1. El conjunto de los paneles e inversores, que transforman la radiación solar en energía eléctrica, constituyendo en definitiva una planta de potencia de generación eléctrica.
2. El conjunto de equipos de la interconexión y protección, que permiten que la energía alterna tenga las características adecuadas según las normativas vigentes, y la protección de las personas y las instalaciones.

El mantenimiento de los equipos electrónicos viene especificado por el fabricante. En el planteamiento del servicio de mantenimiento de las instalaciones el instalador debe considerar los siguientes puntos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el servicio técnico y las que han de realizar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.

- Las operaciones de mantenimiento, pueden ser de dos tipos muy diferenciados. Por un lado, tenemos la revisión del estado de operatividad de los equipos, conexiones y cableado, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza; y por otro, el control y calibración de los inversores.
- Los procedimientos de mantenimiento, y la frecuencia de estos serán reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación.

Los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Su mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles. La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, que impida a éstas que se posen. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.
- La operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el panel.
- La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:
  - Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje. Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
  - El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión.
  - La no existencia de sombras con afección al campo fotovoltaico, producidas por el crecimiento de vegetación en los alrededores.

Para el control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Se procederá a efectuar las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
- Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. En el caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado da la caja de terminales, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:

- Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal funcionamiento, ya que éste se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar a la de los paneles, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.
- Comprobación del tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente, que les indicaciones sean correctas.
- Toma de valores: Registro de los amperios-hora generados y consumidos en la instalación, horas de trabajo, etc.

El mantenimiento de las puestas a tierra: cuando se utiliza un método de protección que incluye la puesta a tierra, se ha de tener en cuenta que el valor de la resistencia de tierra, varía durante el año. Esta variación es debida a la destrucción corrosiva de los electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo, etc., a las uniones de las líneas de tierra, rotura de las líneas de tierra, etc. Estas variaciones de la resistencia condicionan el control de la instalación para asegurar que el sistema de protección permanezca dentro de los límites de seguridad. El programa de mantenimiento se basa en:

- Revisiones generales periódicas para poner de manifiesto los posibles defectos que existan en la instalación.
- Eliminación de los posibles defectos que aparezcan.

Se proponen revisiones generales semestrales, a realizar las siguientes medidas:

- Comprobación visual del generador fotovoltaico: detección de módulos dañados, acumulación de suciedad, etc.
- Comprobación de las características eléctricas del generador fotovoltaico ( $V_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $V_{m\acute{a}x}$  e  $I_{m\acute{a}x}$  en operación).
- Comprobación de los ajustes en las conexiones, del estado del cableado, cajas de conexiones y de protecciones.
- Comprobación de las características eléctricas del inversor ( $V_{in}$ ,  $I_{in}$ ,  $I_{out}$ ,  $V_{red}$ , Rendimiento, frecuencia, etc.)
- Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a la red.
- Comprobación del sistema de monitorización.
- Medir la resistencia de tierra, realizándose en el punto de puesta a tierra.
- Medir la resistencia de cada electrodo, desconectándolo previamente de la línea de enlace a tierra.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

Mantenimiento de los equipos de protección: la comprobación de todos los relés ha de efectuarse cuando se proceda a la revisión de toda la instalación, siguiendo todas las especificaciones de los fabricantes de estos. En resumen, este plan de mantenimiento preventivo incluirá las siguientes actuaciones:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

## **1.2.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

## **2.- TAREAS A REALIZAR EN EL MANTENIMIENTO- ELEMENTOS DONDE HAY QUE APLICAR MANTENIMIENTO.**

---

### **2.1.- Módulos fotovoltaicos.**

Esta parte de la instalación es la más expuesta y la que está sometida continuamente a agentes climáticos como el frío, calor, lluvia, nieve, etc.

Si tenemos en cuenta que los paneles solares son los elementos que captan la luz del sol para producir electricidad, no queda duda de que cuanto más limpios estén, más rendimiento obtendremos en la instalación.

En los módulos fotovoltaicos pueden existir elementos como heces de pájaros, hojas, etc. que sea conveniente eliminar para maximizar el rendimiento del campo fotovoltaico ya que pueden provocar sombras o derivar en problemas como los puntos calientes (hot spot) que afectan negativamente al funcionamiento. Esta limpieza debe realizarse siguiendo las instrucciones que indica el fabricante.

En una instalación fotovoltaica con placas fotovoltaicas, una de las cosas que más debemos temer y evitarlo a toda costa, es el efecto de los puntos calientes o “hot spots”.

Los puntos calientes **son áreas de temperatura elevada** que afectan sólo una zona del panel solar y tienen como resultado una disminución localizada de la eficiencia, y, por lo tanto, **una menor potencia de salida** y una aceleración de la degradación de los materiales en el área afectada por la elevada temperatura.

Como ya sabemos, los paneles solares generan energía y los puntos calientes pueden surgir cuando, por una serie de causas, parte **de esa energía se disipa**, en lugar de generarse, en un área localizada. Es como si en la zona afectada, las células **consumieran la energía en lugar de generarla**.

Los motivos de la aparición de los puntos calientes son múltiples y los podemos clasificar en funcionales u operativos.

Los motivos funcionales pueden ser divididos en dos áreas:

1. **Desajuste de células**, que ocurre cuando células de diferente corriente se conectan en serie.
2. **Daño o baja calidad en la célula**, que puede ocurrir durante la fabricación, debido a que la célula de silicio será sometida a un proceso de muchos esfuerzos durante la laminación, el manejo y transporte.

Los **motivos operativos** de los puntos calientes están relacionados con el diseño y funcionamiento de la instalación fotovoltaica, y pueden incluir:

- **Sombras estacionales sobre los paneles solares**
- **Condiciones del tejado:** Los tejados pueden presentar zonas donde se proyecten sombras. Cuando las células de una placa fotovoltaica están completamente sombreadas (por el diseño del sistema), esto puede significar que no se llega a hacer uso de los diodos de bypass, resultando en el aumento de la temperatura que degradará el panel.

- **El sombreado parcial** debido a árboles o vegetación.
- **Suciedad y arena:** Los paneles fotovoltaicos se pueden ensuciar debido al polvo, arena en suspensión, la suciedad y otras impurezas contaminantes durante su vida útil. Su empresa de mantenimiento debe identificar situaciones que requieran limpieza realizando visitas periódicas a la instalación. La frecuencia de limpieza dependerá en gran medida del clima, las condiciones y terreno que rodean el parque, así como también si las placas disponen, o no, de **esquinas con drenaje**.

Las **causas que producen los puntos calientes** o “hot spot” en los paneles fotovoltaicos como hemos señalado son variadas y en la mayoría de los casos se pueden evitar, eligiendo un **panel solar de calidad**, con **esquinas de drenaje** incorporadas y tratando de **evitar las sombras**.

Otro de los elementos a revisar es la estructura que soporta a los paneles. La estructura está habitualmente fabricada en aluminio y utiliza tornillería en acero inoxidable con elementos que garantizan el par galvánico evitando la corrosión. La estructura está diseñada para aguantar durante muchos años condiciones climáticas adversas, pero siempre es recomendable que, coincidiendo con alguna actuación por parte del mantenedor en la cubierta, realice una inspección y reapriete (si es necesario) de los elementos de la estructura.

Durante esta inspección visual también es importante observar los paneles para detectar algún panel que haya podido sufrir algún deterioro que pueda afectar al campo fotovoltaico.

Todas estas tareas de mantenimiento de los paneles deben realizarse tomando las medidas de seguridad oportunas y utilizando los correspondientes equipos de protección los de trabajo en altura (arnés, línea de vida, casco, guantes, etc.).

En los paneles se deberá llevar a cabo las siguientes labores:

- Limpieza de los paneles: Durante los meses de invierno, es común que se acumule nieve, hielo, polvo y otros residuos en las placas, lo que puede disminuir la producción de energía solar.  
Por lo tanto, “es importante limpiar regularmente los paneles solares para eliminar cualquier acumulación de suciedad o residuos”, “La limpieza se debe hacer con cuidado y por un técnico especializado”.
- Verificación de los elementos de sujeción y conexión.
- Estado de degradación de los elementos constructivos de los paneles: Con los cambios estacionales, las estructuras sufren un desgaste por las variaciones de temperatura, lo que puede conllevar a un deterioro de la tornillería de la estructura. Para evitar esta situación, “se debe revisar cada seis meses todas esas sujeciones para garantizar que siguen en perfecto estado y que se mantiene el nivel de seguridad de la instalación.
- Comprobación del estado del a red de tierras, para proteger de sobre- tensiones.



(Limpieza de paneles)

## **2.2.- Instalación eléctrica de C.C. Subsistema de generación.**

Las temperaturas más frías pueden afectar a los cables y conectores del sistema de paneles solares, lo que puede mermar la producción de energía solar. En este sentido, se recomienda revisar el sistema de cableado y asegurarse de que todos los cables estén conectados de forma correcta y en buenas condiciones. Se deberán revisar las conexiones, el perfecto estado de las cajas de los cuadros, su estanqueidad y además se deberán revisar los equipos de mando y protección para ver su estado.

## **2.3.- Instalación eléctrica de C.A. B.T. Subsistema de generación.**

Se deberán revisar al igual que en corriente continua las conexiones, los cables, el perfecto estado de las cajas de los cuadros, su estanqueidad y además se deberán revisar los equipos de mando y protección para ver su estado.

## **2.4.- Inversores.**

Se deberá revisar principalmente que están bien ventilados, que las conexiones están bien hechas y que no hay ninguna alarma.

Hoy en día prácticamente todos los inversores incorporan sistemas de monitorización de la producción fotovoltaica. Esta vigilancia además de indicarnos en todo momento cuánto está produciendo nuestra instalación, nos puede ayudar a detectar posibles problemas en el campo fotovoltaico, como puede ser una parada inesperada del inversor.

Por otro lado, siempre es conveniente que el mantenedor realice una verificación y limpieza de los bornes de conexión de los diferentes elementos de la instalación como Inversores, el cuadro de AC, el cuadro de DC para asegurarnos la correcta conexión y funcionamiento.

## **2.5.- Sistema de ventilación y/o climatización.**

Se deberá revisar el sistema de ventilación para evitar que se alcancen altas temperaturas que pueden provocar disparos en los inversores y demás aparatos eléctricos, para ello se deberá comprobar que las rejillas están limpias y sin obstáculos, además de deberá comprobar que los intercambiadores están lo más limpios posibles.

## 2.6.- Estructura soporte o seguidor.

Los sistemas de sustentación de paneles solares fijos (o lo que es lo mismo, sin seguimiento), son estructuras simples, pero de tamaños considerables para las aplicaciones que tienen. Esto nos indica que, aunque a simple vista no requerirán un mantenimiento muy exhaustivo, cualquier tipo de descuido en la labor específica puede ser motivo de un problema grave en la instalación con el tiempo.

Hay que tener en cuenta que estarán sometidos día y noche a un continuo esfuerzo por las condiciones meteorológicas a las que estarán permanentemente expuestos, como puede ser viento, nieve, salitre o sismos, dependiendo de las zonas de emplazamiento. Los continuos esfuerzos a que estarán sometidos podrán provocar el aflojamiento de la tornillería de los sistemas e incluso la rotura de la estructura, si no se detectan a tiempo posibles puntos de desgaste provocados por estos esfuerzos.

Por todo esto, se deberá comprobar visualmente el estado de la estructura fija a través de los siguientes puntos:

- Cimentaciones o anclajes a cubierta: comprobar el perfecto estado y verificar que no muestre signos de deterioro, grietas o desprendimientos de material.
- Tornillería: verificar visualmente su estado y comprobar que no falte ningún elemento de sujeción; todos y cada uno de ellos deben estar correctamente apretados.
- Uniones y anclajes de paneles a la estructura sin ningún signo de holgura, aflojamiento o vibraciones.
- Estabilidad, rigidez y sujeción de las uniones y anclajes de la estructura, de forma que se asegure su correcta fijación al suelo.
- Elementos de la estructura libres de deformaciones.
- Ausencia de puntos con oxidaciones, inicios de oxidación o falta de galvanizado.

Por último, es importante que la totalidad de la estructura metálica tenga una correcta y homogénea conexión de puesta a tierra, por lo que habrá que verificar que las uniones entre la estructura y la propia puesta a tierra en sí (conductor de cobre desnudo, malla, picas, etc.) sean las apropiadas para el caso y se encuentren en perfecto estado.

Las principales tareas a realizar en la estructura o seguidor será la revisión de daños en la estructura, como los causados por oxidación y su deterioro por agentes ambientales y entre otros:

- Realizar una inspección visual de toda la estructura en busca de corrosión, deterioro o golpes.
- Comprobar las fijaciones a la superficie, ya sea el suelo, tejado u otros lugares donde la estructura está anclada, asegurando que no hay holgura y se mantiene bien fijada.
- Chequear lugares donde existan tornillos para comprobar que estén bien apretados.
- Comprobar que la sujeción de los módulos a la estructura no haya ganado holgura con el tiempo y estén bien fijados.
- Asegurar que el cableado de los módulos sea correcto y esté en su lugar.
- Comprobar si las dilataciones provocadas por los cambios de temperatura no han provocado daños en la estructura o las fijaciones.

- Tras fuertes eventos climatológicos, tal como grandes nevadas, granizo, fuertes vientos o similares, comprobar las partes expuestas y si han sufrido daños.
- En el caso de disponer de seguidor solar comprobar periódicamente su correcto funcionamiento y el estado de todos sus componentes.

## **2.7.- Monitorización.**

Se deberá revisar periódicamente la estación meteorológica para ver que funciona bien, calibrarla y limpiarla, además de realizar la descarga de los datos almacenados.

## **2.8.- Instalación eléctrica general y servicios auxiliares.**

Se deberán revisar todas las canalizaciones de cables, para ver su estado y evitar roturas imprevistas que pudiesen ocasionar serias averías, así como las arquetas para ver que se encuentran perfectamente y que los cables no están a la intemperie sin las correspondientes protecciones. También se deberá revisar la iluminación, enchufes y cuadros de control.

## **2.9.- Obra civil.**

Se deberá comprobar que los accesos están en perfecto estado para facilitar el movimiento dentro de la misma, además se deberá comprobar los anclajes de las estructuras, los drenajes para evitar que existan atascos en épocas de lluvias.

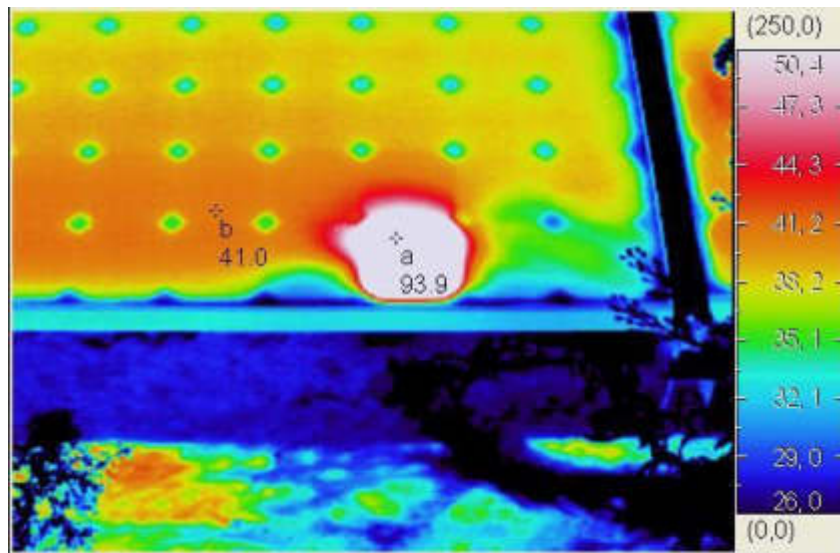
## **2.10.- Sistema de seguridad.**

Se deberá revisar el buen funcionamiento y limpieza de todas las cámaras y sensores de movimiento que pueda tener la instalación y comprobar todas las alarmas que se den, aunque normalmente sean falsas.

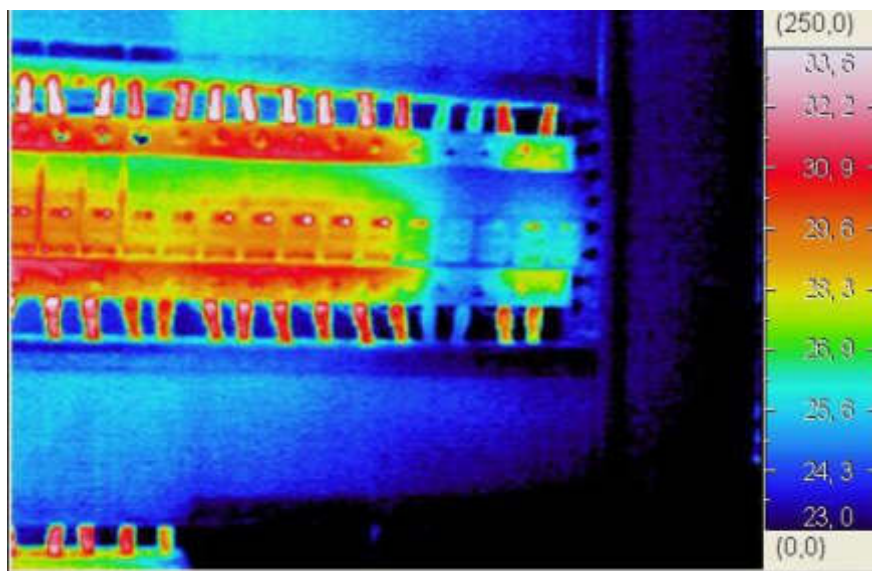
## **3. PRINCIPALES HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO**

### **3.1 Termografía.**

Entre otras herramientas para la realización del mantenimiento de las plantas fotovoltaicas cabe destacar las cámaras termográficas, que ayudarán en la búsqueda de puntos calientes, que pueden convertirse en averías, con estas cámaras se podrán buscar paneles defectuosos o conexiones mal hechas.



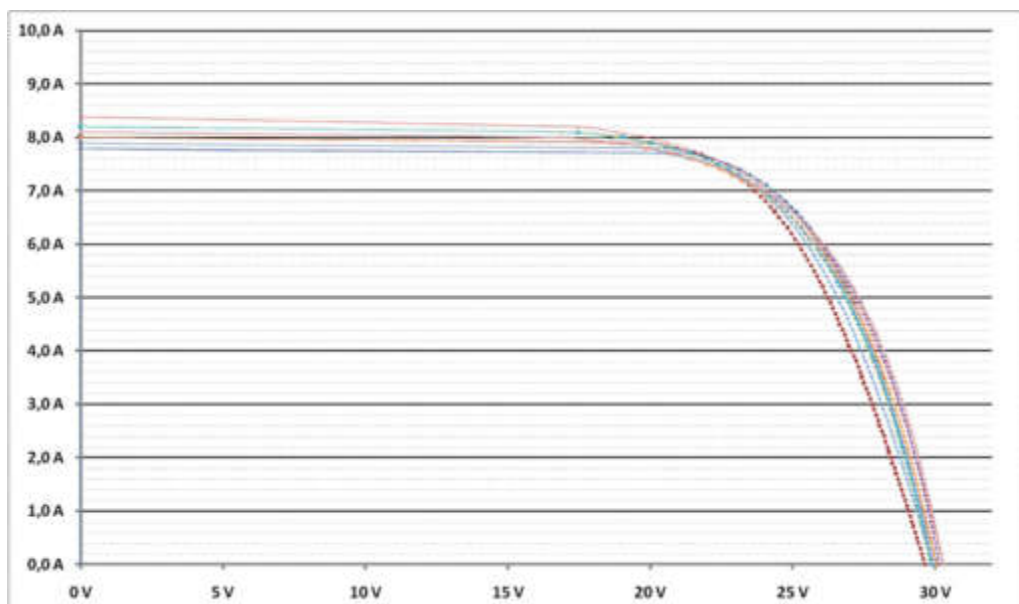
Termografía de un panel fotovoltaico.



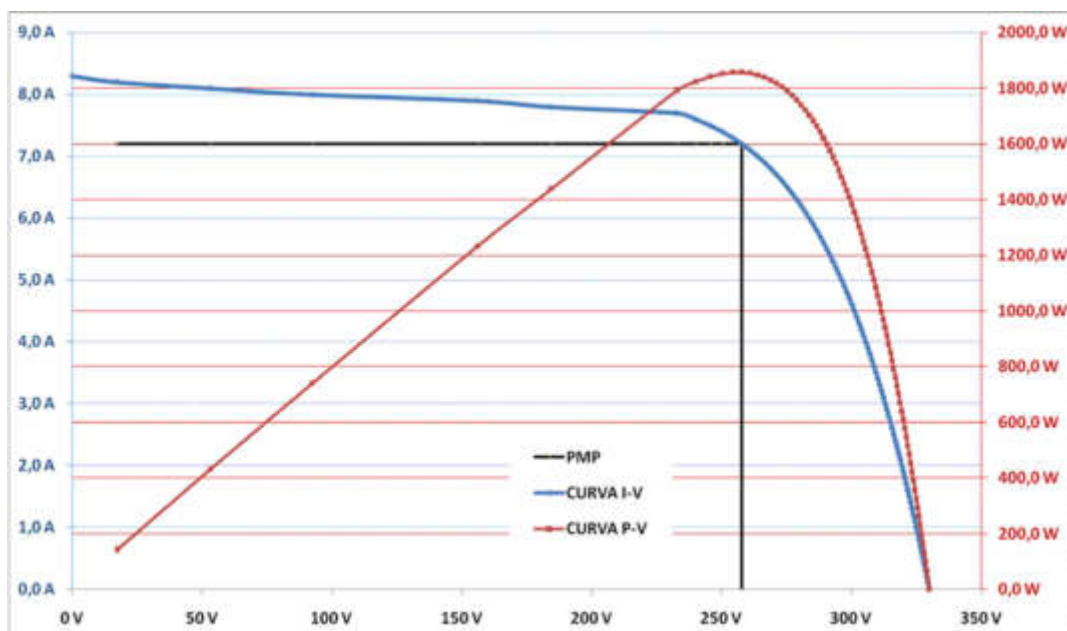
Se observa que ha caído 1 circuito o string, el que está en colores más fríos.

### 3.2 Trazador de curvas I/V.

Permite evaluar todos los estados de funcionamiento de los módulos, así como cuantificar las pérdidas por conexiones debidas a trabajar los módulos en puntos de trabajo no adecuados.



Gráficas de cada módulo que configura un string.



Gráficas resultantes del string.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado competente en la materia, que ejecutará las tareas de inspección con las medidas de seguridad oportunas.

Las revisiones se suelen reducir a la verificación de los equipos ya que las averías son poco frecuentes en este tipo de instalación.

El mantenimiento correctivo de reemplazo de equipos por averías, regularización y ajustes de sistemas ante fallos, estará incluido en el contrato.

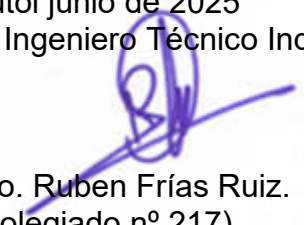
### 3.3.- Monitoreo del rendimiento

Es fundamental monitorear el rendimiento de la planta solar durante los cambios estacionales para identificar cómo varía su rendimiento y amoldar los consumos a los nuevos patrones de producción, dependiendo de la época del año.

En general todos los inversores incorporan sistemas de monitorización de la producción fotovoltaica. Esta vigilancia además de indicarnos en todo momento cuánto está produciendo nuestra instalación, nos puede ayudar a detectar posibles problemas en el campo fotovoltaico, como puede ser una parada inesperada del inversor.

Por otro lado, siempre es conveniente que el mantenedor realice una verificación y limpieza de los bornes de conexión de los diferentes elementos de la instalación como Inversores, el cuadro de AC, el cuadro de DC para asegurarnos la correcta conexión y funcionamiento.

Autol junio de 2025  
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo. Ruben Frías Ruiz.  
(Colegiado nº 217).

**ANEXO N° 4**  
**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE**  
**LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN- RCDs**

## **ANEXO Nº 4.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

### **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RCDs SEGÚN REAL DECRETO 105/2008**

#### **1.- ANTECEDENTES**

El productor y titular de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, es la mercantil Caherpa Servicios Energéticos, S.L., con NIF: B26 557 595 con domicilio social en la C/ Hermandad nº 1- 1ºC de Autor (La Rioja).

Se proyecta una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación con una potencia nominal de 99,96 KWp.

El presente Anexo a la Memoria del Proyecto marca las directrices a seguir para el tratamiento de residuos y que se concretará con el Plan de residuos que realice el poseedor de estos, en el cual documentará la correcta gestión de estos residuos, entre ellos la ficha de aceptación de cada residuo y documentación de autorización de gestor autorizado a contratar. En el presente estudio se recoge los residuos que se pueden generar en la instalación de instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo a realizar en la Término Cerro de Santiago, Polígono 20 Parcela 185-Zona 3, de Autol (La Rioja).

#### **2.- OBJETO Y CONTENIDO DEL DOCUMENTO**

De acuerdo con el RD 105/2008, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art. 3, con el siguiente contenido:

- Identificación de los residuos (según Orden MAM/304/2002)
- Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m<sup>3</sup>)
- Medidas de segregación “in situ”
- Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos (indicar cuales)
- Operaciones de valorización “in situ”
- Destino previsto para los residuos.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- Condiciones gestión RCDs
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

#### **Gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos**

La gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, viene recogida en el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y determina la entrega de los RAEE a gestor de residuos.

En el artículo 4. Responsabilidades en la producción y gestión de RAEE, determina lo siguiente:

- a) El usuario del AEE usado podrá destinarlo a su reutilización o desecharlo como residuo, en este segundo caso tendrá la consideración de productor del RAEE. Su responsabilidad concluye con la entrega del RAEE en las instalaciones o puntos de recogida de las Entidades Locales, de los distribuidores, de los gestores de residuos o con su entrega en las redes de recogida de los productores de AEE, en los términos previstos en este real decreto.
- b) El usuario podrá exigir acreditación documental de la entrega según lo previsto en este real decreto”

En el ámbito del presente proyecto, la entrega de los RAEE se realizará por parte del contratista, a través de los puntos habilitados de los Sistemas Integrados de Gestión (SIG) para su correcta gestión.

### **3.- ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

---

**3.1.- Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.**

#### **Clasificación y descripción de los residuos**

Se establecen dos tipos de residuos:

- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el computo general los materiales que no superen 1 m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y no requieran por tanto un tratamiento especial.

La instalación proyectada estará compuesta por:

- Un campo solar formado por 168 paneles fotovoltaicos de 595 Wp.
- Estructura de sustentación de paneles solares con orientación este/oeste con un ángulo de pendiente del 10°, por medio de perfiles de acero galvanizado en caliente hincados en el terreno y perfiles soportes módulos FV de aluminio estructural 6005T6 con junta EPDM.
- Inversor trifásico Ingecon Sun 110TL M9 de potencia nominal 110 KWn, que transformará la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, el inversor estará dotado de placa electrónica de gestión energética.
- Protecciones eléctricas DC (parte integradas en el inversor).
- Protecciones eléctricas AC.
- Equipo de medida de generación

### CLASIFICACIÓN:

Código LER	Residuo
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17.02.01	Madera procedente de palets
17.04.05	Hierro y Acero
17 04 06	Metales mezclados
20.01.01	Cartón de embalajes
17.02.03	Plásticos
17.04.02	Sobrantes de algún perfil de aluminio
17.04.11	Recortes de cables
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01
17 01 01	Hormigón
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos y materiales cerámicos distintos a las especificadas en el código 17 01 06
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos...)
20 02 01	Residuos biodegradables
15.01.10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados

### 3.2.- Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y/o metros cúbicos.

La estimación se realiza en función de ratios de generación de RCDs, de instalaciones similares. Se trata de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo con paneles en estructura fija hincada al terreno.

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

- 17 05 04 Tierras procedentes de las excavaciones (0,6Tm/m<sup>3</sup>), extendidas por la parcela = 2 m<sup>3</sup>
- 17.02.01.- Madera= 0,07 Tm/ 0,042 m<sup>3</sup>.
- 20.01.01.- Cartón= 0,001 Tm/ 0,001 m<sup>3</sup>.
- 17.02.03.- Plástico= 0,001 Tm/ 0,001 m<sup>3</sup>.
- 17.04.11.- Cables= 0,001 Tm/ 0,015 m<sup>3</sup>.
- 17.04.02.- Aluminio= 0,005 Tm/ 0,007 m<sup>3</sup>.
- 17.04.05.- Hierro-acero= 0,005 Tm/ 0,007 m<sup>3</sup>.

- 17 04 06.- Metales mezclados= 0,005 Tm
- 17 01 01.- Hormigones= 0,25 m<sup>3</sup>.
- 17 01 07.- Mezclas hormigón, ladrillos, cerámica= 0,05 m<sup>3</sup>.
- 18 08 02.- Materiales construcción a partir de yesos= 0,05 m<sup>3</sup>.
- 15 02 02- 20 02 01- 15 01 10.- basuras y otros= 0,1 m<sup>3</sup>.

### 3.3.- Medidas de segregación "in situ" previstas (clasificación/selección).

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado)

<input checked="" type="checkbox"/>	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
<input checked="" type="checkbox"/>	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos...). Solo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
<input type="checkbox"/>	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta

### 3.4.- Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos (en este caso se identificará el destino previsto)

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo).

	OPERACIÓN PREVISTA	DESTINO INICIAL
<input checked="" type="checkbox"/>	Reutilización de tierras procedentes de las excavaciones	Rellenos propia parcela
<input checked="" type="checkbox"/>	Resto no hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado o entregadas a gestor de residuos	Externo

### 3.5.- Previsión de operaciones de valorización "in situ" de los residuos generados.

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo).

	OPERACIÓN PREVISTA
<b>X</b>	No hay previsión de reutilización de los residuos en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado, o almacén temporal.
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
<b>X</b>	Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE
	Otros (indicar)

### 3.6.- Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables “in situ” (indicando características de cada tipo de residuos)

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por el Gobierno de La Rioja para la gestión de residuos no peligrosos.

Código LER	Descripción del residuo	Gestor del residuo	Operación
17 05 04	Tierras y `piedras distintas de código 17 05 03	Si tratamiento específico	Restauración/ Vertedero
17.02.01	Madera	Gestor autorizado	Depositar zona autorizada, recogida y transporte
17.04.05 17 04 06	Recortes de hierro, acero Metales mezclados	Gestor autorizado	Depositar en contenedor autorizado
20.01.01	Papel y cartón	Gestor municipal	Depositar en el contenedor municipal correspondiente
17 02 03	Plástico	Gestor municipal	Depositar en el contenedor municipal correspondiente
17.04.02	Recortes de perfiles de aluminio	Gestor autorizado	Depositar en contenedor autorizado
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Gestor autorizado	Recogida y transporte
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos...)	Gestor autorizado	Depósito en contenedor autorizado
20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado/Vertedero	Planta reciclaje RSU
15 01 10	Envases vacíos de metal o plásticos contaminados	Gestos autorizado	Depósito en contenedor autorizado

**Terminología:**

- RCD: Residuos de la Construcción y la Demolición
- RSU: Residuos Sólidos Urbanos
- RNP: Residuos NO peligrosos
- RP: Residuos peligrosos.

**3.7.- Planos de las instalaciones previstas.**

Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

La zona de acopio de residuos inertes no estará en:

- Cauces
- Vaguadas
- Lugares a menos de 100 m de las riberas de los ríos
- Zonas próximas a bosques o áreas de arbolado

En los planos de específica la situación y dimensiones de:

	Bajantes de escombros
<b>X</b>	Acopios y/o contenedores de los distintos RCDs (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones...
	Zonas o contenedor para lavado de canaletas / cubetas de hormigón
<b>X</b>	Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos
<b>X</b>	Contenedores para residuos urbanos
	Planta móvil de reciclaje “in situ”
<b>X</b>	Ubicación de los acopios provisionales de materiales para reciclar como áridos, vidrios, madera o materiales cerámicos.

**3.8.- Condiciones a cumplir para la correcta gestión de los RCDs****Con carácter General:**

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

**Gestión de residuos de construcción y demolición**

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por el Gobierno de La Rioja.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

**Con carácter Particular:**

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligroso, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.
x	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m <sup>3</sup> , contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
x	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
x	Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.
x	El responsable de la obra, a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

x	<p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
x	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente</p> <p>Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos</p>
x	<p>La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.</p> <p>Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.</p>
	<p>Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.</p> <p>En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.</p>
	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
x	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
x	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

### 3.9.- Valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición, coste que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte.

A continuación, se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

Tipología RCDs	Cantidad m <sup>3</sup> .	Precio €	Total €
Tierras y pétreos de las excavaciones (RCDs Nivel I)	2	4	8,00
Transporte de residuos a depositar en contenedor municipal correspondiente (Plásticos, papel, cartón)	0,002	200	0,40
Transporte de chatarra de metales a gestor	0,02	180	3,60
Gestión residuos de cables y otros	0,015	200	3,00
RCDs naturaleza pétreo	0,35	320	112,00
RCDs potencialmente peligrosos	0.10	630	63,00
Restos de costes de gestión (RCD Nivel II, alquileres, etc.)			150,00
<b>TOTAL...</b>			<b>340,00</b>

Para los RCDs de Nivel I se utilizarán los datos de proyecto de la excavación, mientras que para los de Nivel II se emplean los datos del apartado 1.2 del Estudio de Gestión

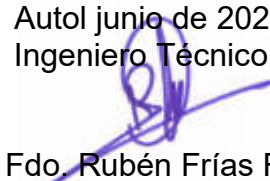
El contratista posteriormente se podrá ajustar a la realidad de los precios finales de contratación y especificar los costes de gestión de los RCDs de Nivel II por las categorías LER si así lo considerase necesario.

En el precio se incluye la estimación del porcentaje del presupuesto de obra del resto de costes de la Gestión de Residuos, tales como alquileres, portes, maquinaria, mano de obra y medios auxiliares en general.

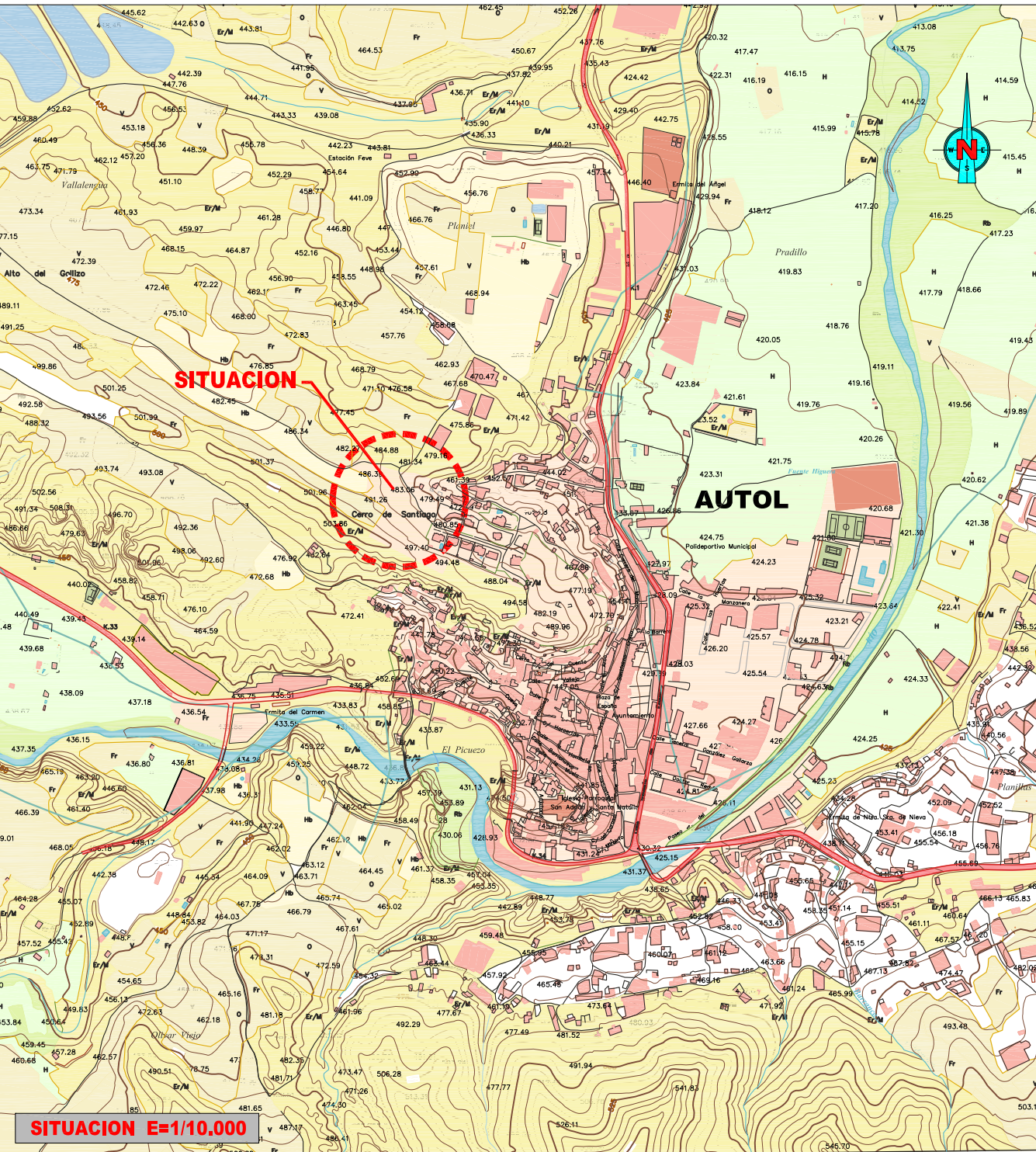
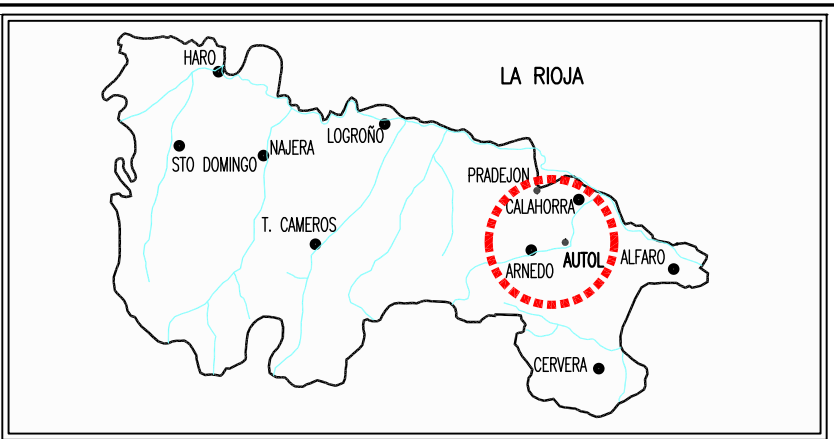
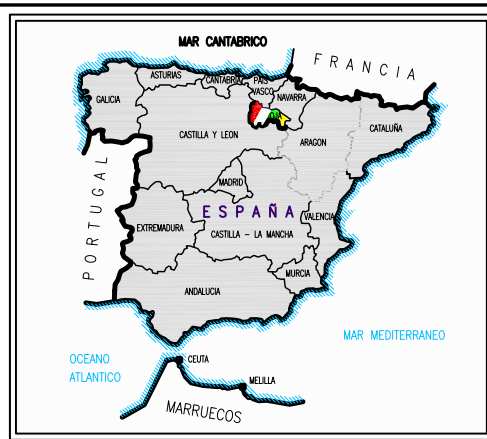
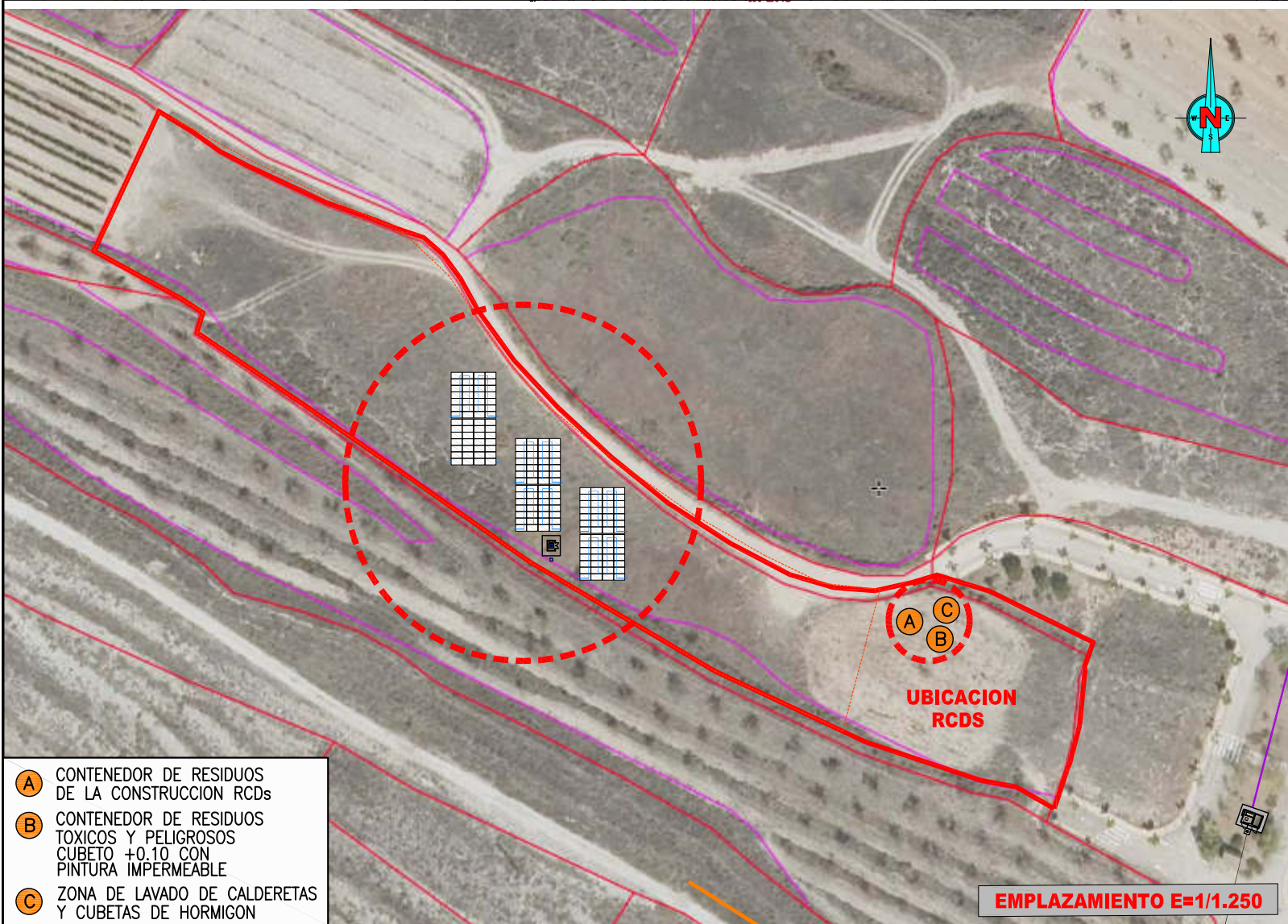
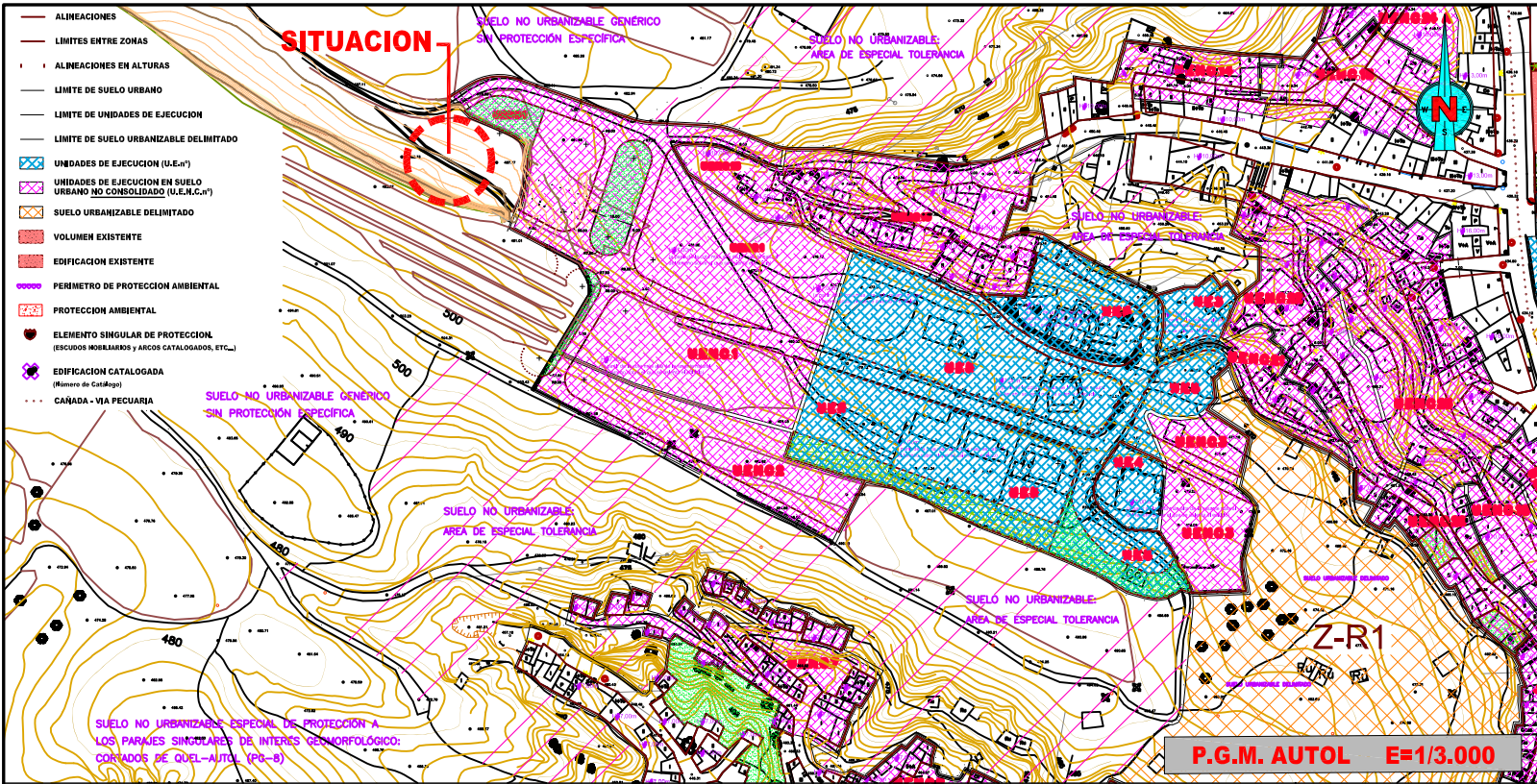
#### **4.- CONCLUSIÓN**

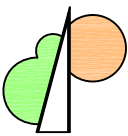

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con los planos que acompañan la presente memoria y el presupuesto reflejado, el técnico que suscribe entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Gestión de Residuos para el proyecto reflejado en su encabezado.

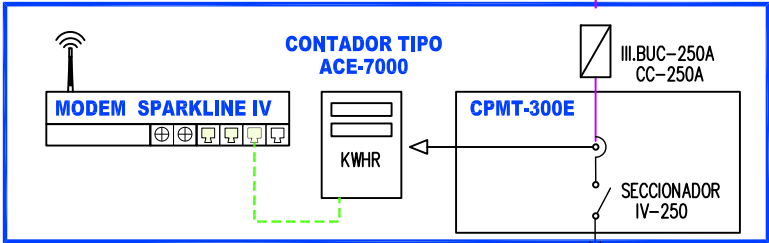
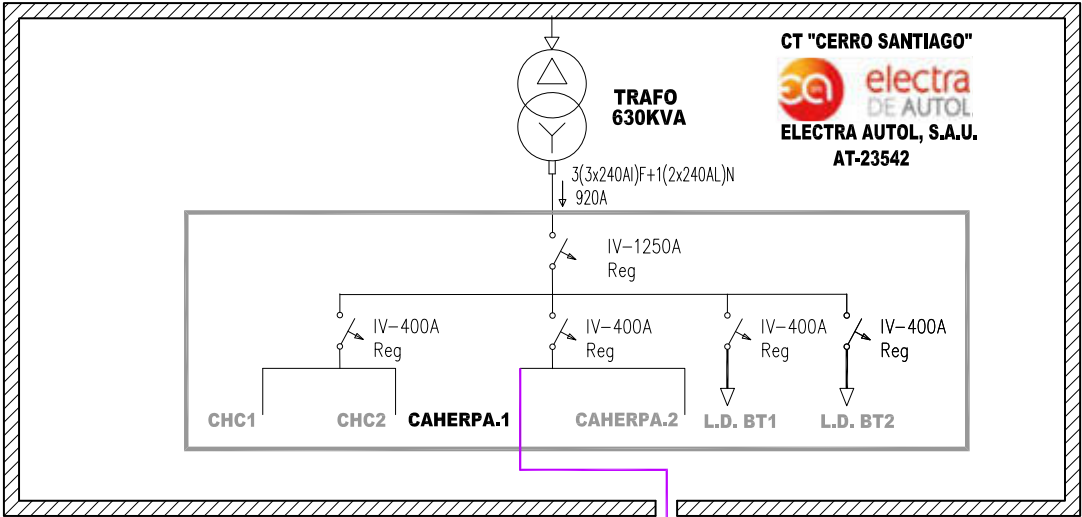
Autol junio de 2025.  
Ingeniero Técnico Industrial

  
Fdo. Rubén Frías Ruiz  
(Colegiado nº 217)

# PLANOS

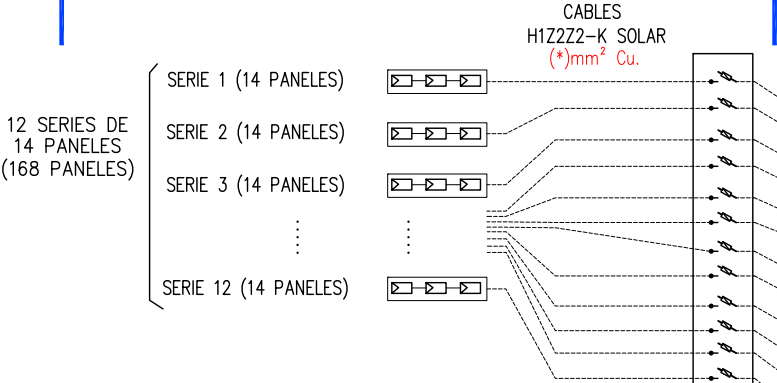


 <div>ESTPROINGAR, S.L.P. ESTUDIOS Y PROYECTOS INGENIERIA-ARQUITECTURA Tel. 941 134003 email: rubenfrias@espro.net C/Paletillas, 5-2° 26500 CALAHORRA (La Rioja)</div>	<div>PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”</div>	PROMOTOR	EL INGENIERO T. INDUSTRIAL	REVISADO	25-0009FV-01							PLANO DE	Nº
		CAHERPA SERVICIOS ENERGETICOS ,S.L.	Colegiado N°217 	R. FRÍAS RUIZ	FECHA		JUNIO 2025						
		SITUACION	Polígono 20 Parcela 185 -ZONA 3	DIBUJADO	ESCALA		- VARIAS					<div>SITUACION, EMPLAZAMIENTO Y RCDs</div>	01
		26560 Autol -La Rioja-	Revision nº	1	2	3	4	5	6	7			

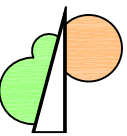
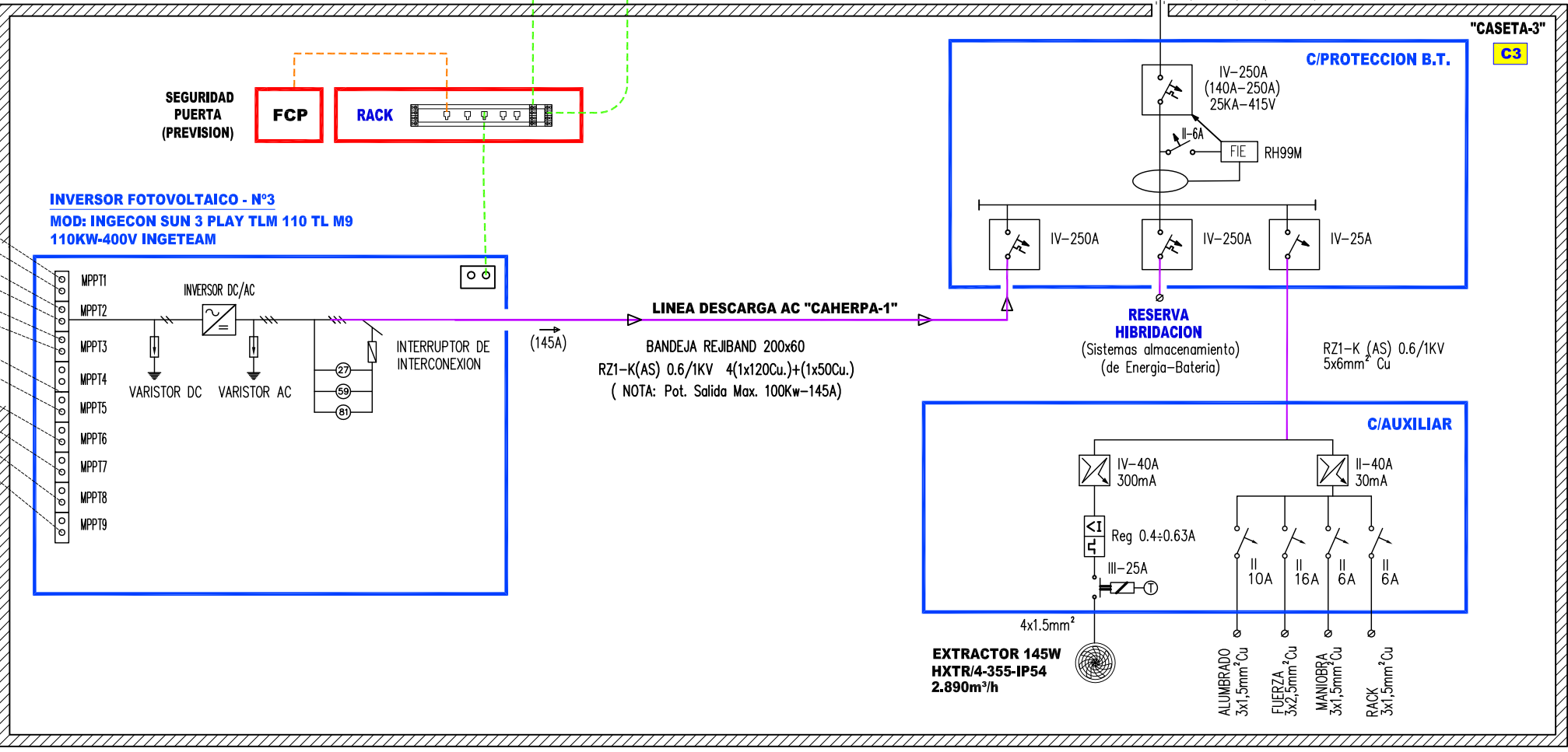


LINEA DESCARGA FOTOVOLTAICA  
"CAHERPA-1"  
CANALIZACION SUBTERRANEA  
3(1x240Al)+1(1x240AL)N

TRINA SOLAR, MODELO TSM-DE20R 595Wp  
(VERTEX BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE)  
Pp= 99,96KWp



(\*) 2x6mm<sup>2</sup> HASTA 56m  
2x6mm<sup>2</sup> DE 56m HASTA 93m  
2x6mm<sup>2</sup> DE 93m HASTA 150m



ESTPROINGAR, S.L.P.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
INGENIERIA-ARQUITECTURA  
Tel. 941 134003 email: rubenfrias@esypro.net  
C/Paletillas, 5-2° 26500 CALAHORRA (La Rioja)

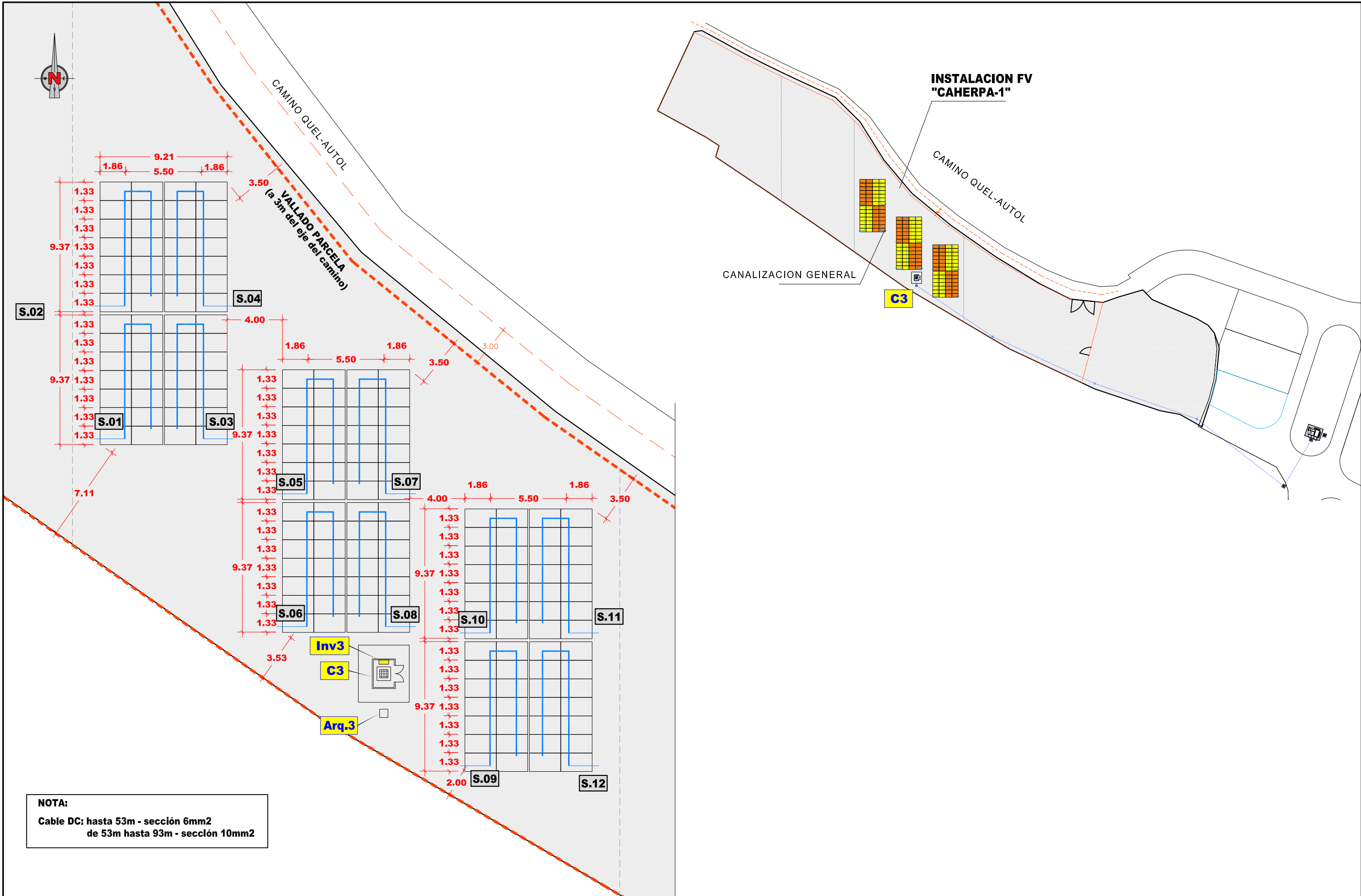
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO  
COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A  
COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO,  
DENOMINADA "CAHERPA-1"

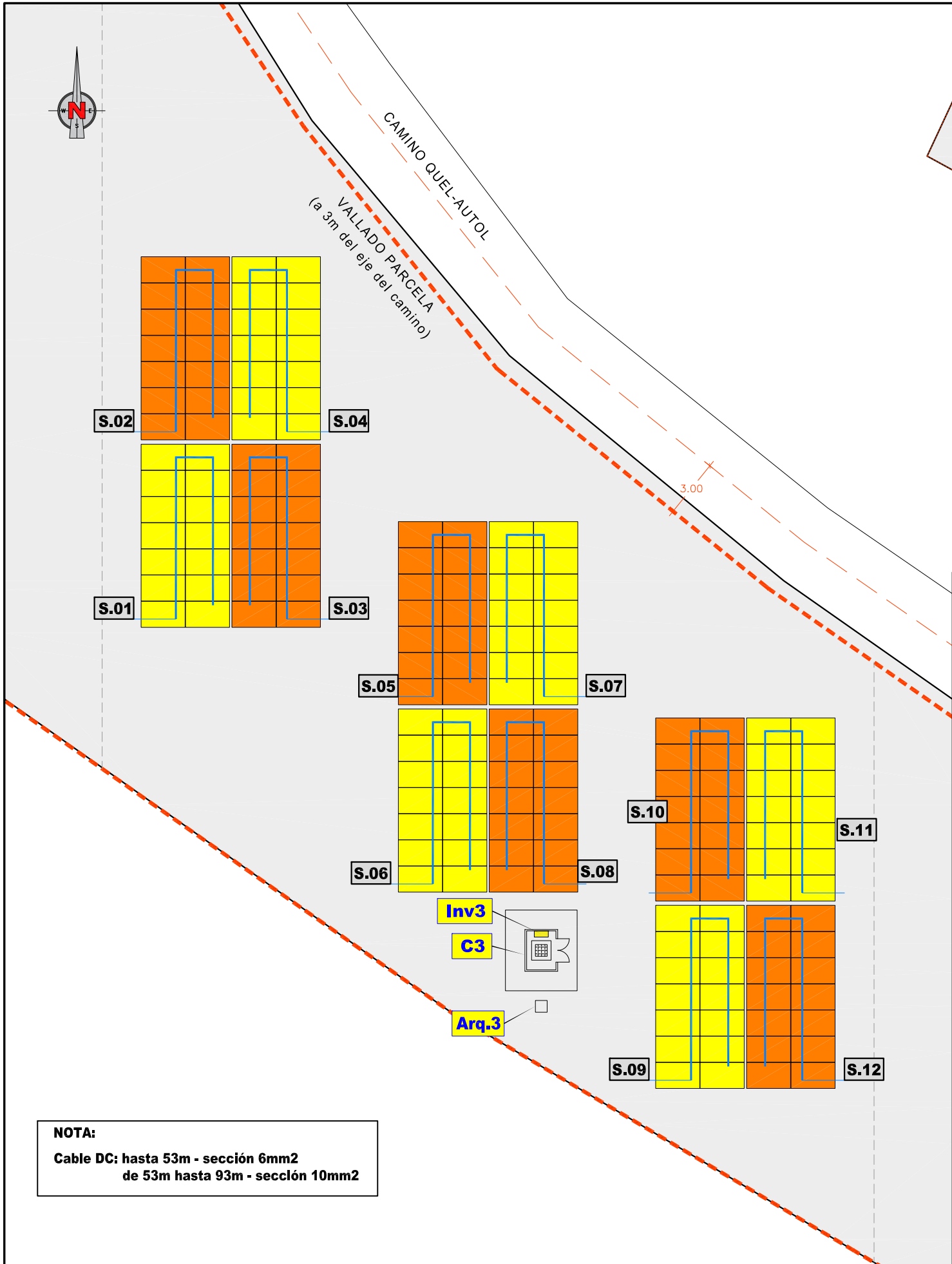
PROMOTOR  
CAHERPA SERVICIOS ENERGETICOS ,S.L.  
SITUACION  
Polígono 20 Parcela 185 -ZONA 3  
26560 Autol -La Rioja-

EL INGENIERO T. INDUSTRIAL  
Colegiado N°217  
RUBEN FRIAS RUIZ

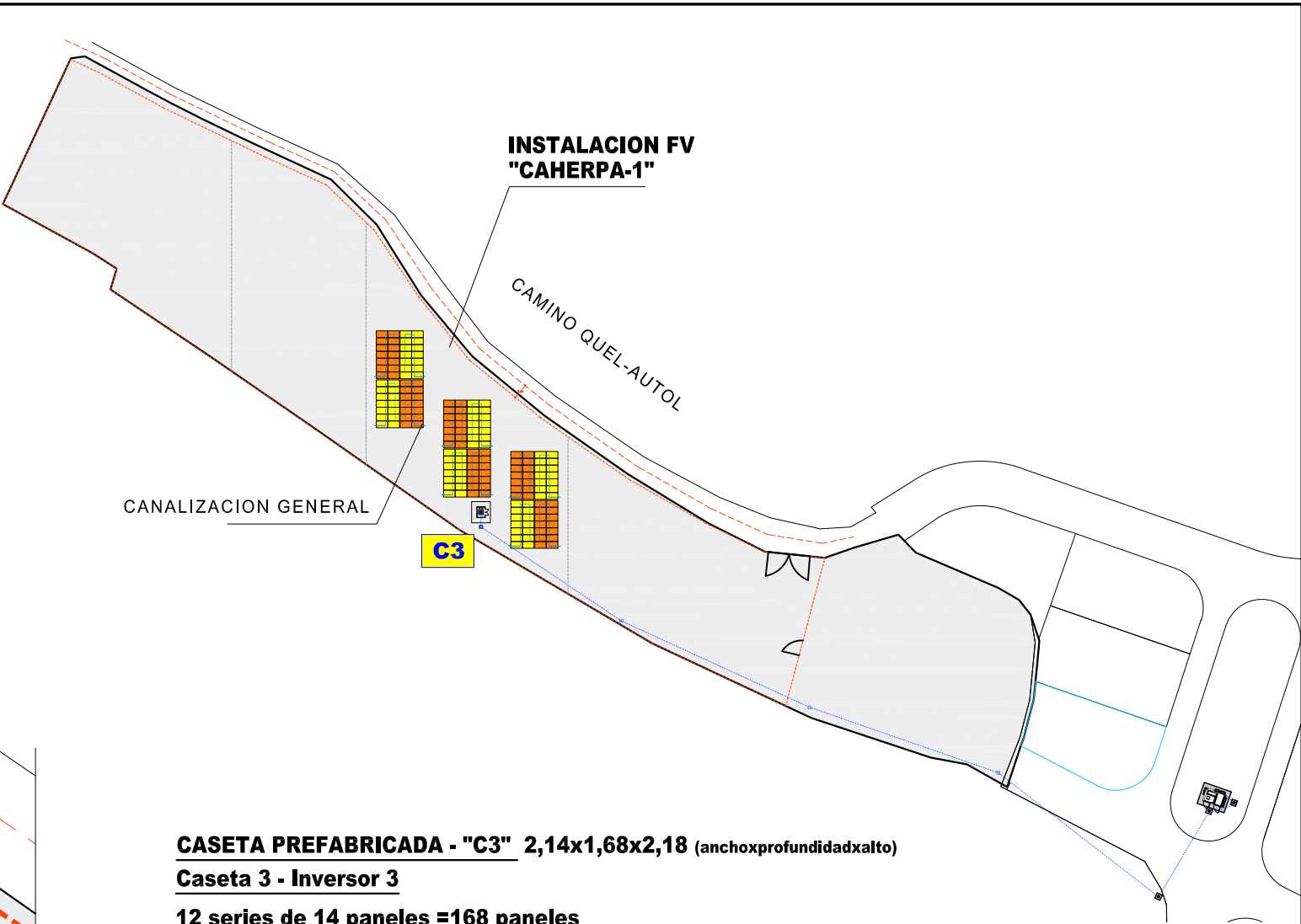
REVISADO	25-0009FV- 02
R. FRIAS RUIZ	FECHA JUNIO 2025
DIBUJADO	ESCALA - S/E
Revision n°	1 2 3 4 5 6 7

PLANO DE  
ESQUEMA UNIFILAR  
ELECTRICO



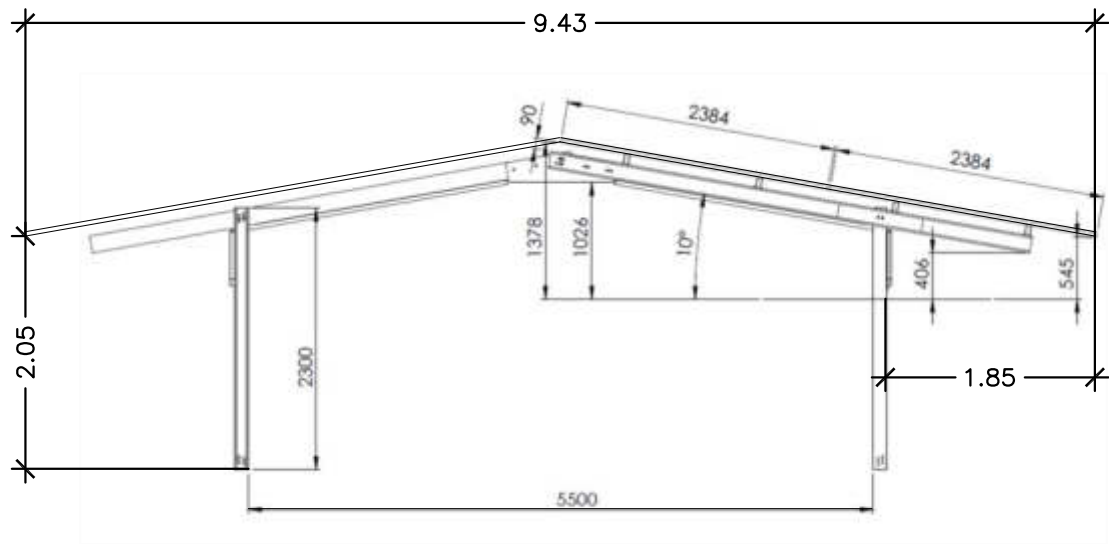


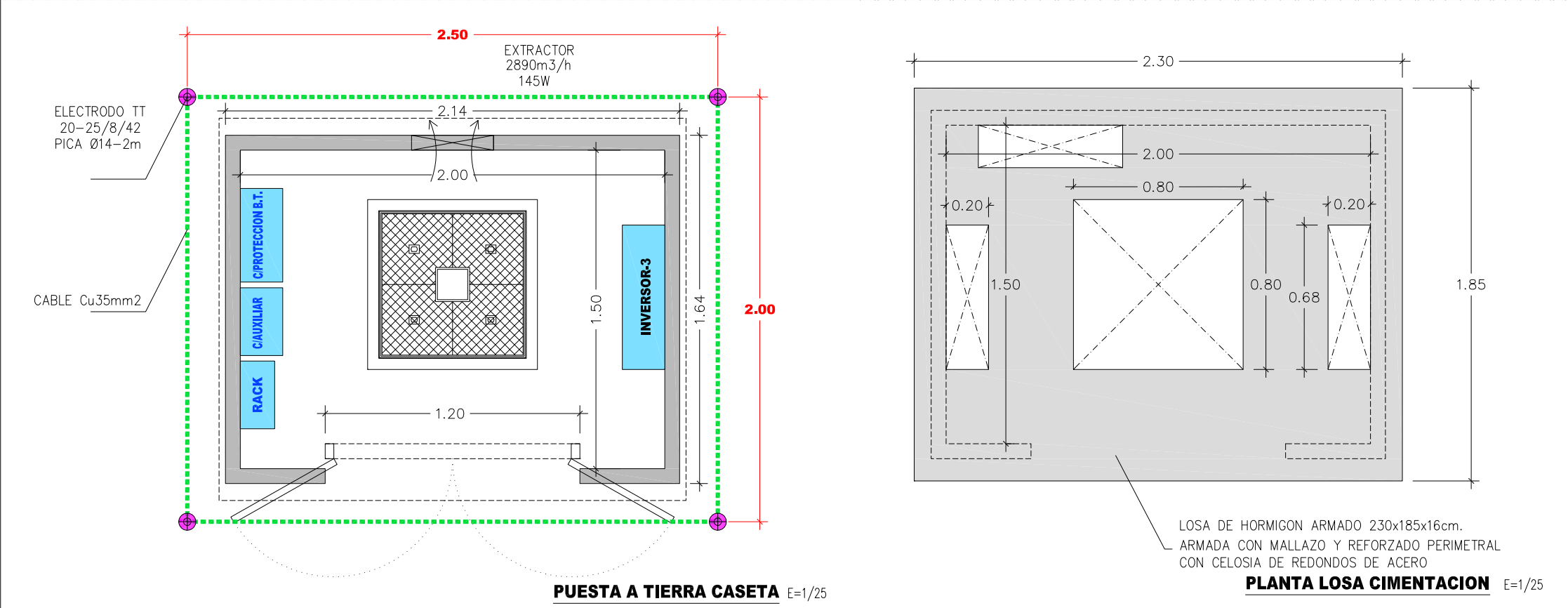
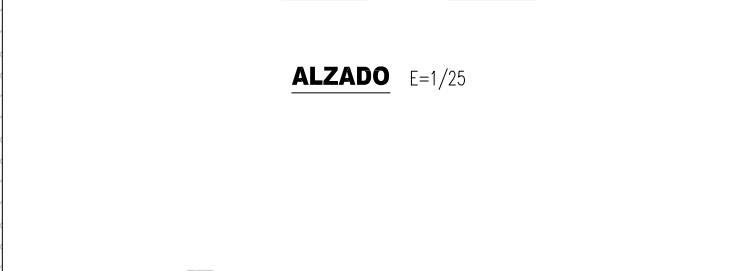
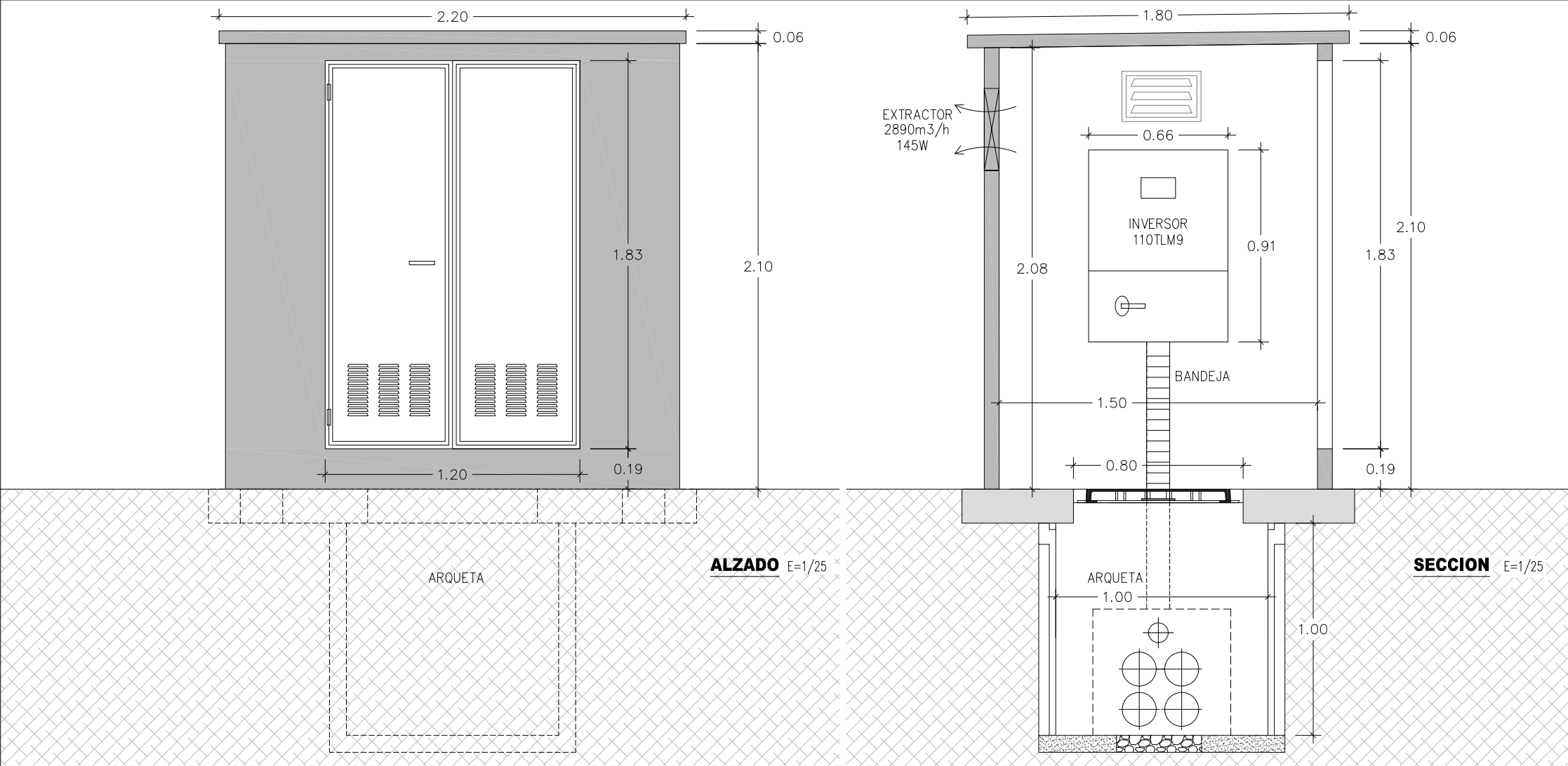
NOTA:  
Cable DC: hasta 53m - sección 6mm2  
de 53m hasta 93m - sección 10mm2

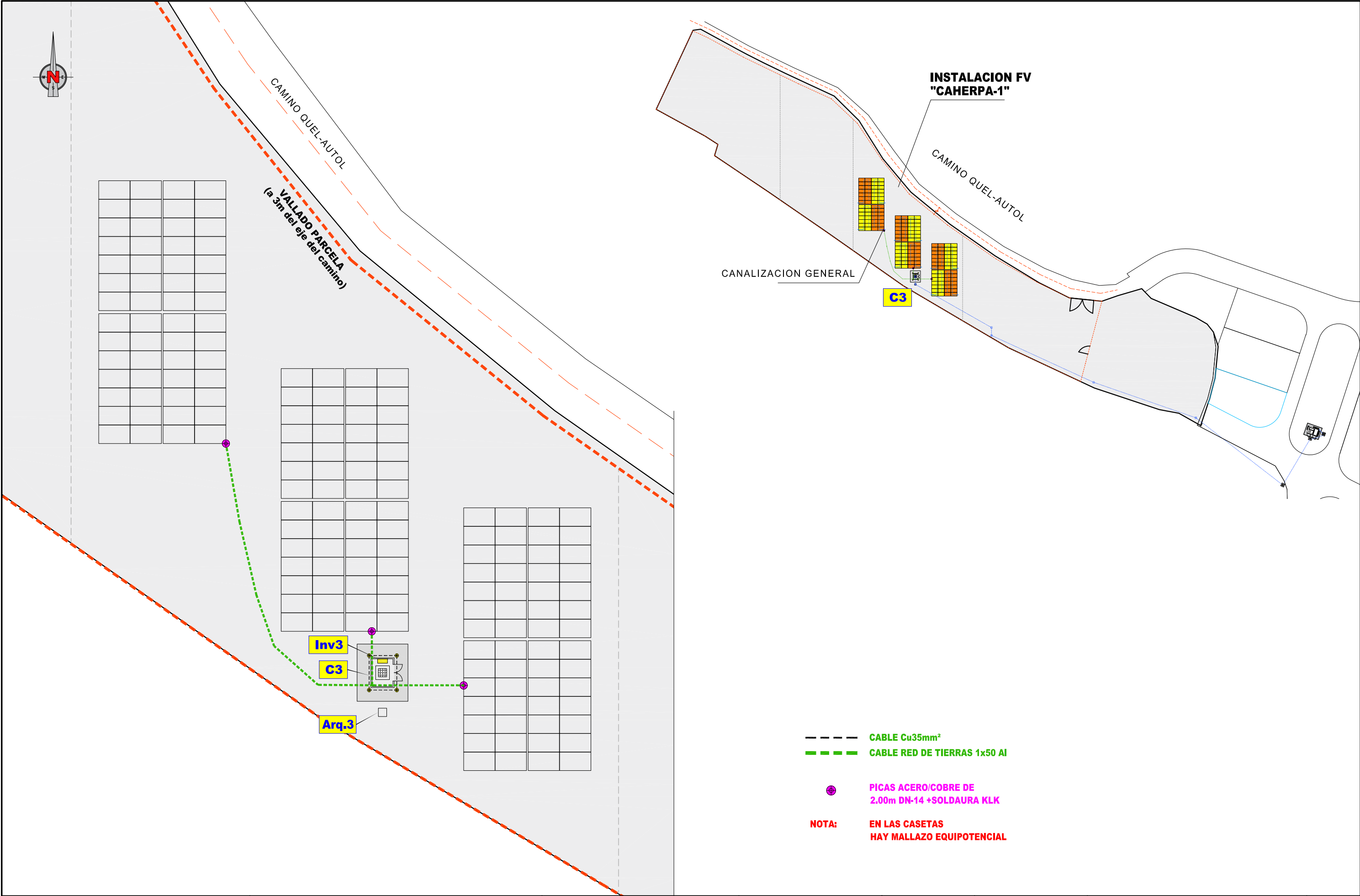


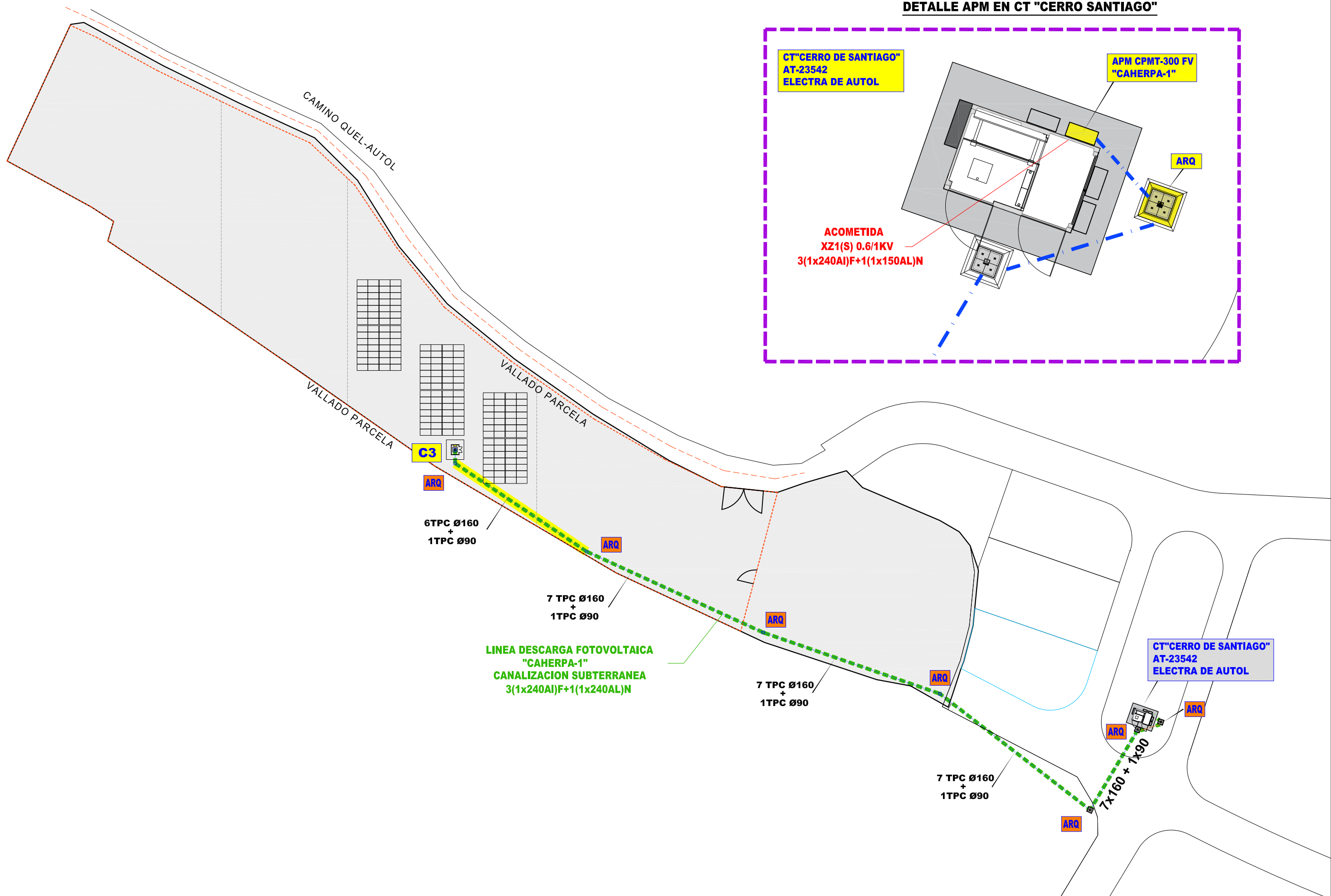
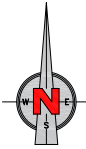
**CASETA PREFABRICADA - "C3" 2,14x1,68x2,18 (anchoxprofundidadxalto)**  
**Caseta 3 - Inversor 3**  
**12 series de 14 paneles =168 paneles**  
**12 series x 14 paneles x 595Wp= 99,96KWp**  
**Modelo panel FV: Vertex TSM-DE20- 595 Wp**

**DETALLE ESESTRUCTURA SOPORTE PANELES**

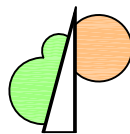
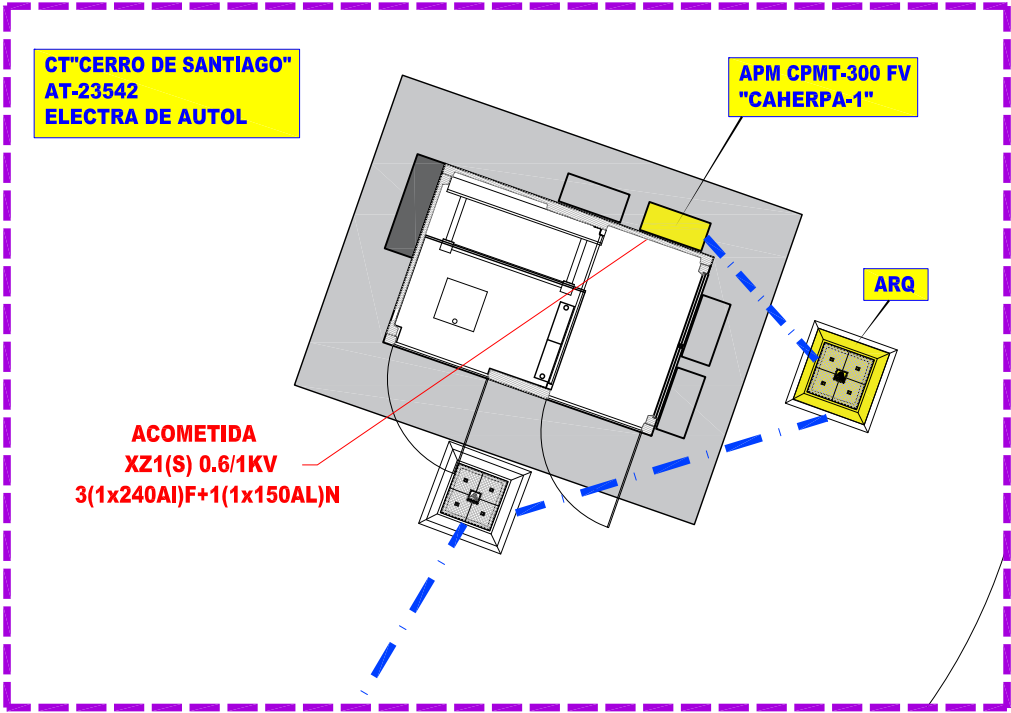








DETALLE APM EN CT "CERRO SANTIAGO"



**ESTPROINGAR, S.L.P.**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
INGENIERIA-ARQUITECTURA

Tel. 941 134003 email: rubenfrias@esypro.net  
C/Paletillas, 5-2\* 26500 CALAHORRA (La Rioja)

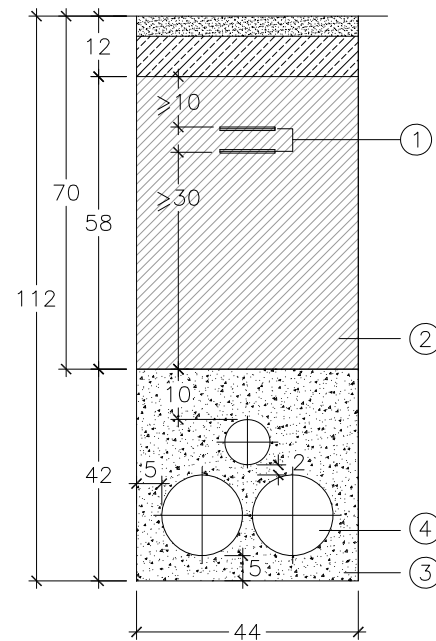
**PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO  
COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A  
COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO,  
DENOMINADA "CAHERPA-1"**

PROMOTOR  
**CAHERPA SERVICIOS ENERGETICOS ,S.L.**  
SITUACION  
Polígono 20 Parcela 185 -ZONA 3  
26560 Autol -La Rioja-

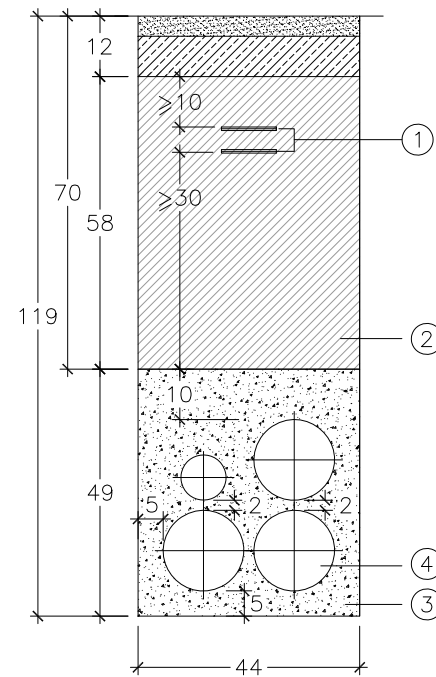
EL INGENIERO T. INDUSTRIAL  
Colegiado N°217  
  
**RUBEN FRIAS RUIZ**

REVISADO	25-0009FV- 07
R. FRIAS RUIZ	FECHA JUNIO 2025
DIBUJADO	ESCALA - 1/750
Revision n°	1 2 3 4 5 6 7

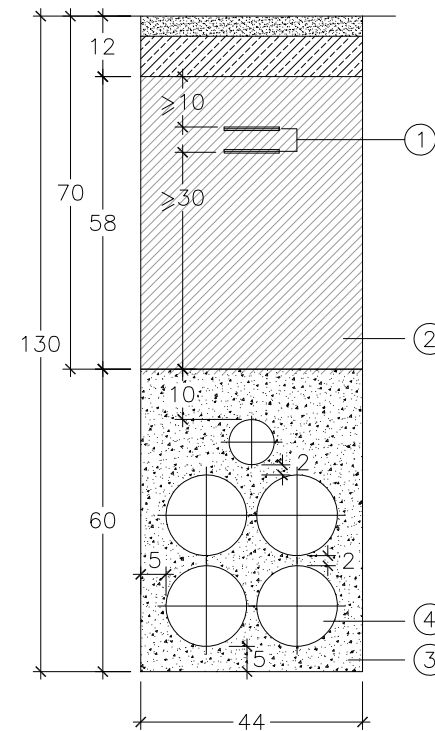
PLANO DE  
**LINEA DESCARGA  
FOTOVOLTAICA EN B.T.**



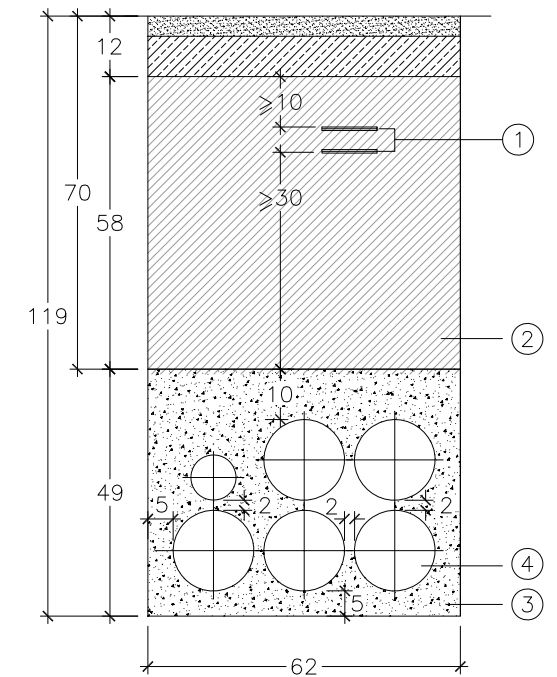
2Ø160+1Ø90  
E=1/15



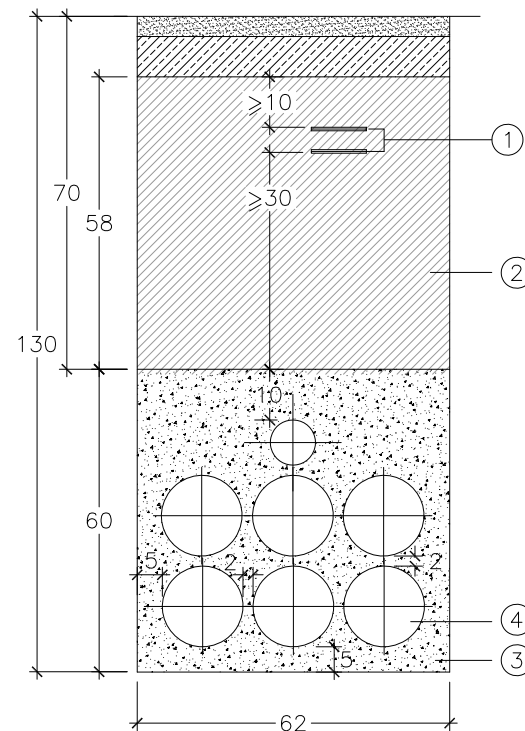
3Ø160+1Ø90  
E=1/15



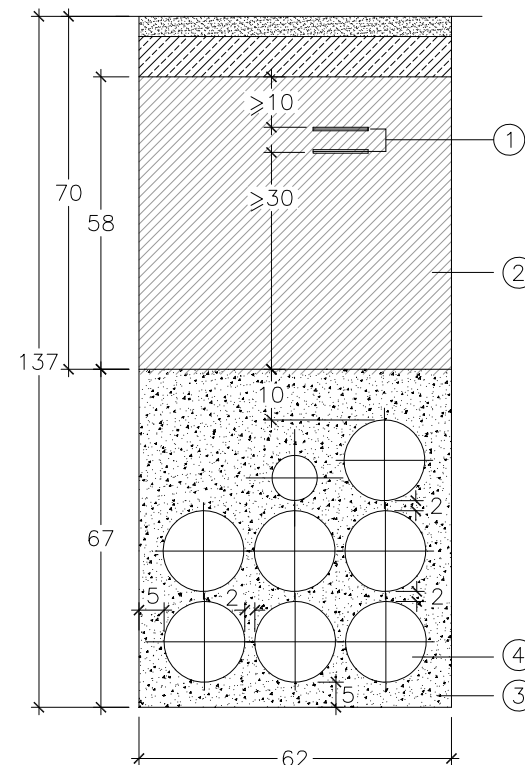
4Ø160+1Ø90  
E=1/15



5Ø160+1Ø90  
E=1/15



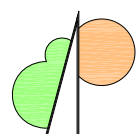
6Ø160+1Ø90  
E=1/15



7Ø160+1Ø90  
E=1/15

LEYENDA CANALIZACIÓN	
①	INTERVALO PARA CINTA DE SEÑALIZACIÓN: ENTRE >10 DE LA PARTE SUPERIOR DE LA ZANJA Y ≥30 DE LOS TUBOS
②	RELLENO ZANJA
③	ASIENTO TUBOS HORMIGON
④	TUBOS DE POLIETILENO DN-160 DN-90

NOTA: →ACERA: tierra, arena, todo-uno,zahorra  
→CALZADA: todo-uno, zahorra, hormigón HM-20  
EN ZONA DE ACERA SE PUEDE REDUCIR LA PROFUNDIDAD EN 20 cm



ESTPROINGAR, S.L.P.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
INGENIERIA-ARQUITECTURA

Tel. 941 134003 email: rubenfrias@esypro.net  
C/Paletillas, 5-2\* 26500 CALAHORRA (La Rioja)

**PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO  
COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A  
COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO,  
DENOMINADA "CAHERPA-1"**

PROMOTOR  
CAHERPA SERVICIOS ENERGETICOS ,S.L.

SITUACION  
Polígono 20 Parcela 185 -ZONA 3  
26560 Autol -La Rioja-

EL INGENIERO T. INDUSTRIAL  
Colegiado N°217

RUBEN FRIAS RUIZ

REVISADO	25-0009FV- 08
R. FRIAS RUIZ	FECHA JUNIO 2025
DIBUJADO	ESCALA -1/15
Revision n°	1 2 3 4 5 6 7

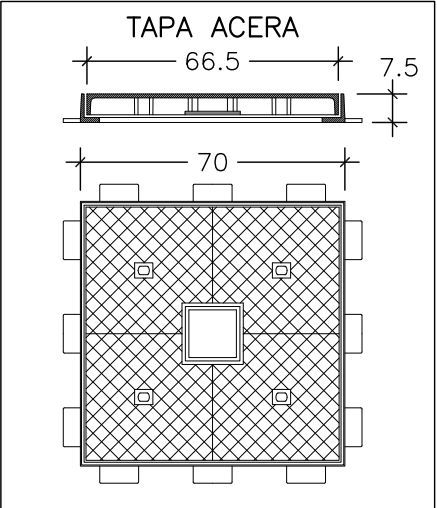
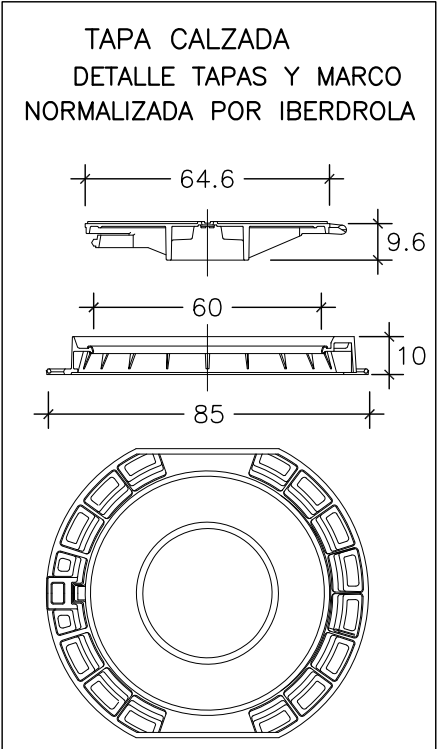
PLANO DE

**DETALLES  
CANALIZACIONES SUBTERRANEAS  
-ZANJAS-**

N°

**08**

DETALLE TAPAS Y MARCO  
NORMALIZADA POR IBERDROLA

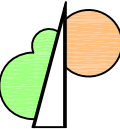
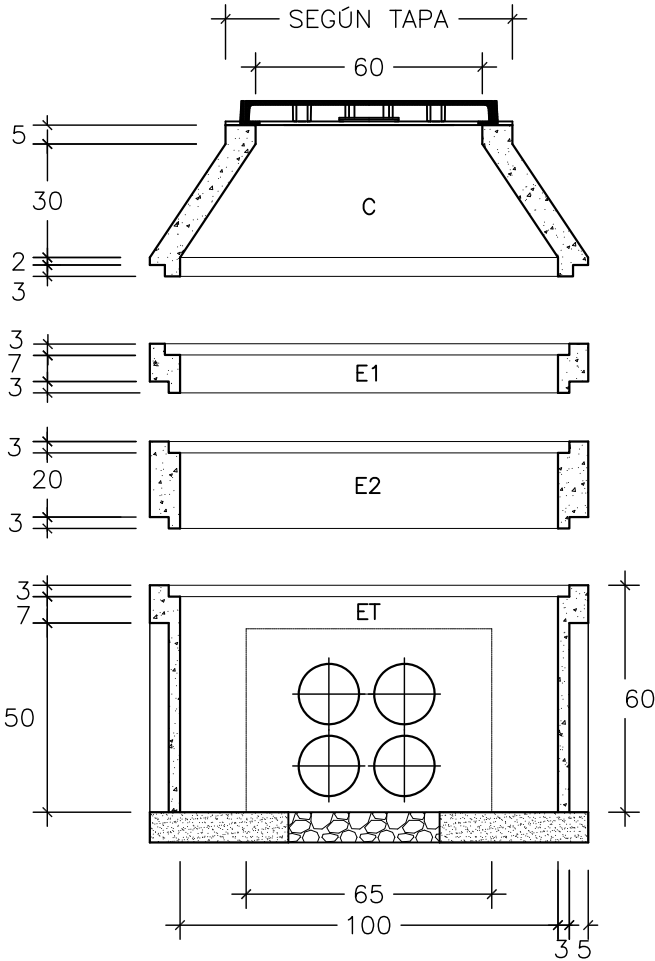


DESIGNACION	ALTURA (cm)	ESPESOR PARED (cm)		MASA MINIMA (kg)
		PARED	PASO TUBOS	
C-350X1000	35	80	30	230
E1-100X1000	10			340
E2-200X1000	20			80
ET-600X1000	60			160

CONSTRUCCIÓN DE ARQUETAS

- SOLERA DE HORMIGÓN EN MASA DEJANDO EN LA PARTE CENTRAL HUECO PARA COLOCAR PIEDRA PARA DRENAJE.
- MUROS O LOSAS DE HORMIGÓN EN MASA LIGERAMENTE ARMADO.
- PERFIL EN N°8 PARA ASENTAMIENTO DE LAS TAPAS  
LA PROFUNDIDAD SE ADAPTARÁ A LA SECCIÓN TIPO DE CANALIZACIÓN QUE CORRESPONDA
- TAPA Y MARCO DE FUNDICIÓN CON EL LOGOTIPO DE IBERDROLA S.A.
- EL TRAVESAÑO CENTRAL DE APOYO DE LAS TAPAS SERÁ DESMONTABLE (EN TAPAS DOBLES)

ARQUETA REGISTRABLE MODULAR  
Para Marco y Tapa de Fundicion  
M2/T2 - M3/T3



ESTPROINGAR, S.L.P.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
INGENIERIA-ARQUITECTURA

Tel. 941 134003 email: rubenfrias@esypro.net  
C/Paletillas, 5-2\* 26500 CALAHORRA (La Rioja)

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO  
COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A  
COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO,  
DENOMINADA "CAHERPA-1"

PROMOTOR  
CAHERPA SERVICIOS ENERGETICOS ,S.L.

SITUACION  
Polígono 20 Parcela 185 -ZONA 3  
26560 Autol -La Rioja-

EL INGENIERO T. INDUSTRIAL  
Colegiado N°217

RUBEN FRIAS RUIZ

REVISADO

R. FRIAS RUIZ

DIBUJADO

Revision n°

25-0009FV- 09

FECHA JUNIO 2025

ESCALA - 1/20

1 2 3 4 5 6 7

PLANO DE

DETALLES  
CANALIZACIONES SUBTERRANEAS  
-ARQUETAS-

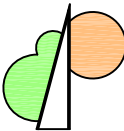
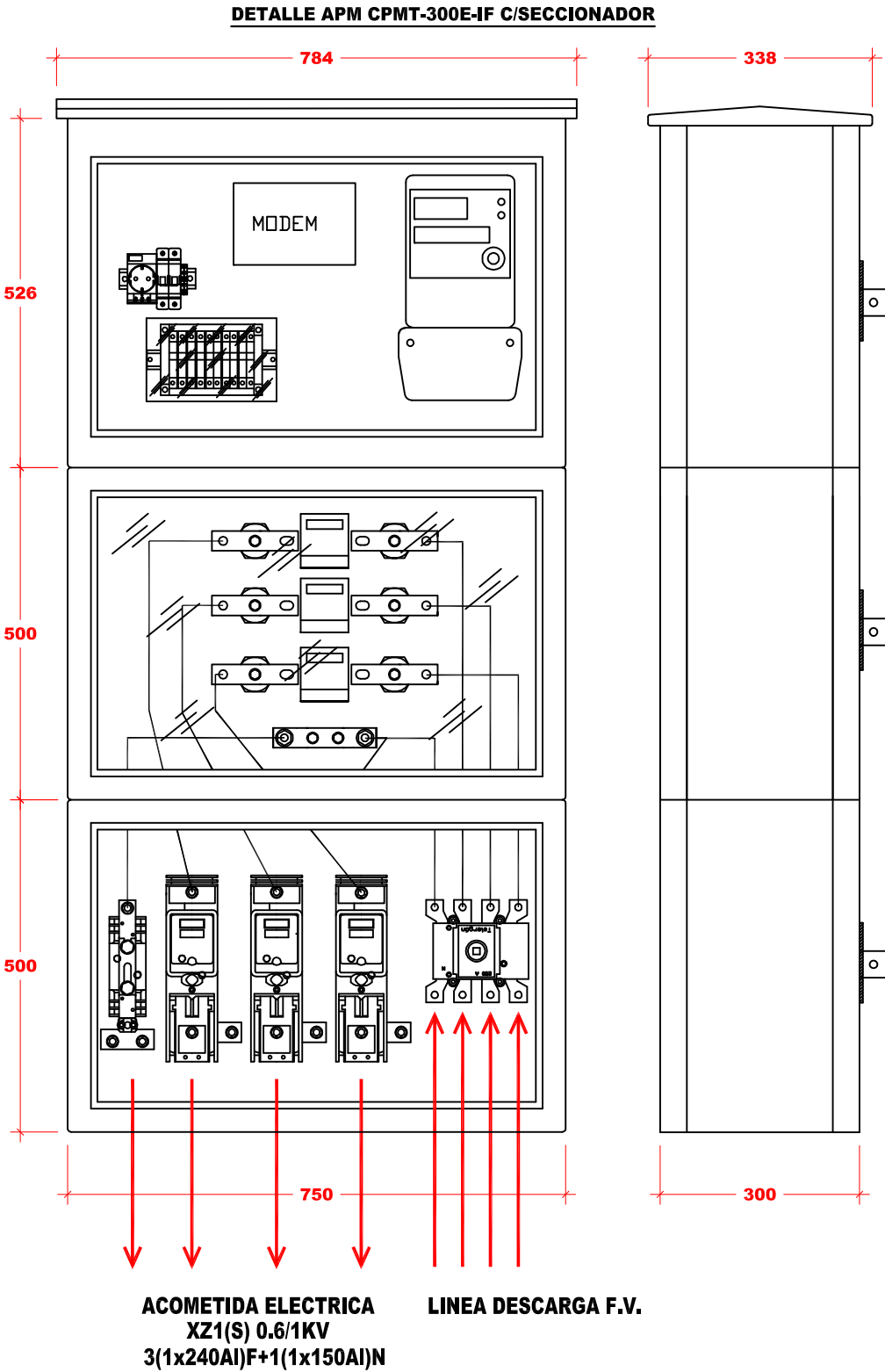
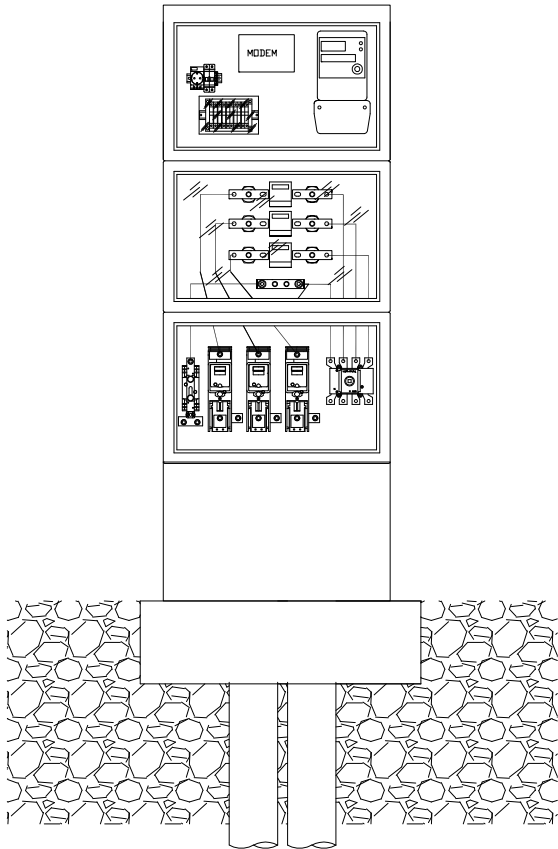
N°

09



CT "CERRO SANTIAGO"  
electra  
DE AUTOL  
ELECTRA AUTOL, S.A.U.  
AT-23542

CPMT-300E-FV  
"CAHERPA-1"



ESTPROINGAR, S.L.P.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS  
INGENIERIA-ARQUITECTURA

Tel. 941 134003 email: rubenfrias@esypro.net  
C/Paletillas, 5-2\* 26500 CALAHORRA (La Rioja)

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO  
COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A  
COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO,  
DENOMINADA "CAHERPA-1"

PROMOTOR  
CAHERPA SERVICIOS ENERGETICOS ,S.L.

SITUACION  
Polígono 20 Parcela 185 -ZONA 3  
26560 Autol -La Rioja-

EL INGENIERO T. INDUSTRIAL  
Colegiado N°217

RUBEN FRIAS RUIZ

REVISADO

R. FRIAS RUIZ

DIBUJADO

Revision n°

25-0009FV- 10

FECHA JUNIO 2025

ESCALA - VARIAS

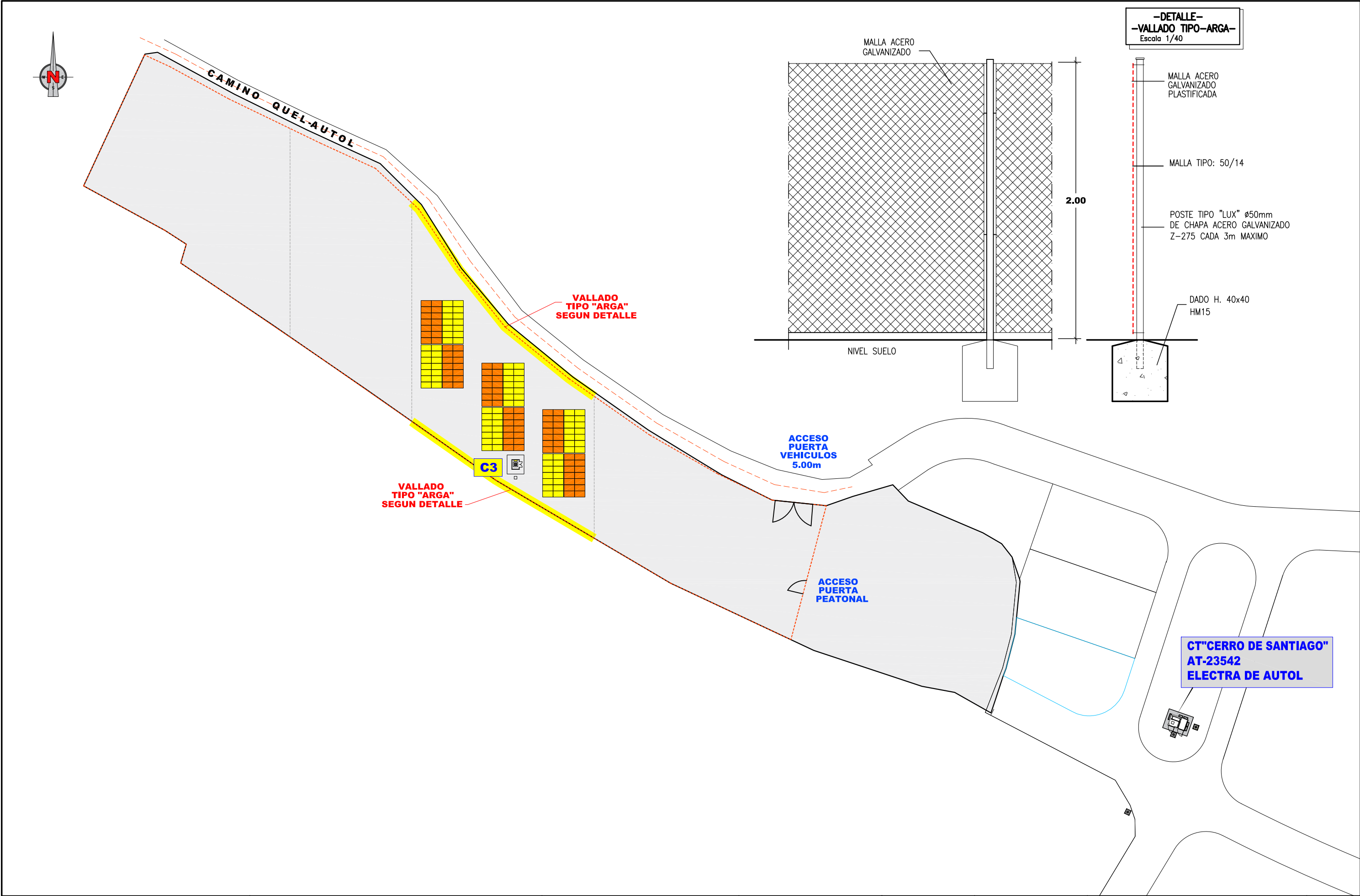
1 2 3 4 5 6 7

PLANO DE

DETALLES APM  
(CPMT-300FV) INSTALACION F.V.

N°

10



# **PLIEGO DE CONDICIONES**

# PLIEGO DE CONDICIONES

## **1.- OBJETO.**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto el fijar las condiciones en que debe realizarse la instalación solar fotovoltaica, de potencia nominal 99,96 KWp de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, (no un único contrato) denominada “CAHERPA-1” instalación de producción próxima a las de consumo y asociadas a través de la red, en Autol (La Rioja), de forma que se garantice una correcta ejecución y el empleo de los materiales adecuados.

El productor y titular de la instalación será la mercantil Caherpa Servicios Energéticos, S.L., con NIF: B26.557 595 con domicilio social en la c/ Hermandad nº 1 – 1ºC de Autor (La Rioja) y los consumidores asociados serán varios.

La ejecución del Proyecto se realizará de acuerdo con lo indicado en el mismo y las modificaciones que pueda introducir el Ingeniero Director de las Obras.

## **2.- DISPOSICIONES APLICABLES.**

Se aplicará la legislación vigente que afecta a la instalación y en especial lo señalado en:

- Real Decreto 842/2002. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Ley 24/2013 del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica. (se modifican varios artículos de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico)
- Real Decreto 413/2014 de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- RD 244/2019 de 5 de abril por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, y se modifica la ITC-BT-40 con las modificaciones señaladas en el RD 20/2022.
- Real Decreto 1183/2020 de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre (BOE. 256 de 25-10-97) por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud que han de cumplir las obras de construcción
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Real Decreto-ley 29/2021 de 21 de diciembre, medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Real Decreto-Ley 4/2023 sobre prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas.

En la ejecución se deberá cumplir las exigencias de lo dispuesto a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y desarrollo de la misma

Será de aplicación lo dispuesto en la normativa de la compañía suministradora de energía eléctrica Electra de Autol, S.A.U.

### **3.- INSTALACIONES DE ENLACE.**

Se deberá cumplir las exigencias de las normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica.

Se deberá consultar a la Compañía suministradora de energía eléctrica y fijar la forma de realizar la acometida (o acometidas) y características de la misma, así como las características del equipo de medida.

### **4.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS**

En general se emplearán conductores de cobre o aluminio del tipo:

- H1Z2Z2-K 1,8 KV<sub>dc</sub>, en canalizaciones de corriente continua.
- ES07Z1-K(AS) para instalaciones bajo tubo
- RZ1-K(AS) 0,6/1KV en derivación individual, zonas clasificadas de pública concurrencia, con cables en falsos techos y zonas señaladas en memoria.
- ES07Z1-K(AS), RZ1-K(AS) 0,6/1KV, DN-F 0,6/1KV, RVC4V-K 0,6/1KV para instalaciones con canal o bandeja
- Cables armados grapados a paramentos.
- Los cables de alimentación a los receptores desde arrancadores estáticos serán del tipo RVC4V-K 0,6/1KV, cables apantallados con trenza flexible de cobre.
- Los cables destinados a transmitir señales analógicas y digitales de control serán del tipo RVC4V-K 0,6/1KV, apantallado con trenza flexible de cobre.
- En zonas clasificadas con Peligro de Incendios se emplearán cables RVMZ1 0,6/1KV o similares.
- En emplazamientos clasificados como especiales se emplearán los cables o conductores señalados en la Memoria.

La protección general de la instalación será por puesta a tierra de las masas asociada a diferenciales de alta y media sensibilidad; los conductores de protección (conductores de tierra) serán de igual naturaleza que los conductores activos y sección similar hasta 35 mm<sup>2</sup>, para secciones de los conductores de los cables activos mayores a 35 mm<sup>2</sup> la sección del conductor de tierra será la mitad de la de éstos.

Los conductores de tierra formarán parte de las canalizaciones eléctricas con trazado similar a la de los conductores de fase.

Las canalizaciones se adaptarán a las exigencias de las clasificaciones dadas para los distintos emplazamientos del local, las cajas de registro verificarán las exigencias de la ITC-BT 21.

La identificación de los conductores se realizará por medio de colores normalizados:

- Negro, marrón o gris para las fases
- Azul para el conductor neutro
- Amarillo - verde para el conductor de tierra.

El aparellaje eléctrico permitirá entre otras funciones:

- El corte omnipolar
- La separación de la alimentación o maniobra, en carga de los circuitos y receptores
- Protección contra contactos indirectos
- Protección contra sobrecarga y cortocircuitos

La capacidad de corte de los interruptores automáticos y fusibles de protección contra sobrecargas y cortocircuitos será superior a la intensidad de cortocircuito previsto en el circuito que protegen.

La instalación de interruptores diferenciales de alta sensibilidad no eximirá de la necesidad de la puesta a tierra.

La resistencia de la puesta a tierra, medida desde cualquier punto de la instalación será en todos los casos inferior a los 18 óhmios.

Los electrodos se dimensionarán de forma que en ningún caso se dé lugar a tensiones de contactos superiores a:

- 24V en emplazamientos húmedo o mojado
- 50V en los demás casos

## ***RECEPTORES***

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad; durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución públicas, ni en las de comunicaciones.

Éstos se clasificarán de acuerdo con su aislamiento, tensión de alimentación, posibilidades y forma de realizar la puesta a tierra de sus masas, en la forma especificada por la ITC-BT-43

Todo el aparellaje será adecuado para la tensión de servicio actual (400V), o a la que se prevea en un futuro si así se indica en la Memoria, el aparellaje estará preparado para las condiciones ambientales donde quede instalado, como temperatura, gases, polvo, ambiente corrosivo por cloro etc. verificando las normas UNE de obligado cumplimiento; el instalador entregará al Director de Obra los certificados de calidad de los equipos donde quede reflejado su adecuación para el local donde va a quedar instalado.

No se admitirá la existencia de ningún defecto en la instalación para su recepción provisional

## ***CONDICIONES DE EJECUCIÓN***

La dirección facultativa es la encargada de interpretar los planos y especificaciones, teniendo la facultad de rechazar cualquier materia o trabajo que no cumpliera los requisitos exigidos.

Las instalaciones se ejecutarán con el objetivo de la obtención de un adecuado funcionamiento durante su periodo de vida. Se pondrá especial atención en aquellas zonas de difícil acceso para la reparación.

La realización de la instalación seguirá los planos y requerimientos del proyecto. Si fuese necesaria la modificación de estos últimos se requerirá la autorización de la dirección de obra. La sustitución de materiales por otros deberá igualmente ser aprobada por la dirección facultativa. El contratista seguirá en todo momento las indicaciones del REBT en lo que se refiere al montaje de la instalación, además de lo especificado en este proyecto y las instrucciones dadas por la dirección facultativa.

El contratista se hará responsable de las unidades de obra que haya ejecutado hasta la recepción definitiva, debiendo reparar o sustituir cualquier unidad de obra que no se encuentre en las debidas condiciones en el momento de la recepción. El contratista se hará responsable de cualquier daño que pudiera sufrir la propiedad o cualquier persona por su parte o sus subcontratistas, incluyendo seguros y gastos legales. El contratista ejecutará los trabajos de la forma más rápida posible, manteniendo en la obra un encargado que se haga responsable de la instalación y facilite la inspección de la dirección facultativa.

Todos los trabajos deberán cumplir las especificaciones y planos excepto en caso de cambio aprobado por la dirección facultativa, y deberán estar totalmente finalizados y probados para su entrega a la propiedad. Es responsabilidad del contratista la organización del trabajo, de forma que la instalación se entregue dentro del plazo ofertado. El contratista verificará en el edificio todas las mediciones necesarias para la ejecución de su trabajo y tendrá conocimiento completo del mismo. Todos los materiales o manos de obra necesarios para la completa ejecución del trabajo se entienden incluidos en las partidas. Los sistemas de canalización están reflejados de forma esquemática en planos, por lo que no se permitirá la compensación adicional al contratista por su adaptación a las condiciones reales de la obra.

Todos los elementos de la instalación de baja tensión deberán coincidir con lo reflejado en el proyecto y cumplirán con lo especificado en la UNE 20.460-3. Se replantearán por instalador autorizado los distintos componentes de la instalación, como tomas de corriente, canalizaciones, puntos de luz, etc., teniendo en cuenta una separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, que se ejecutará según REBT y normas de la compañía suministradora

Si la instalación interior es empotrada se realizarán rozas verticales y horizontales para alojar tubos flexibles, colocando registros a menos de 15m. Si es necesaria la ejecución por las dos caras de un tabique la distancia entre ellas será de 50 cm al menos. Las cajas de derivación deben quedar a 20 cm del techo y sus tapas quedarán adosadas al paramento. Las rozas se cubrirán con yeso o mortero, de forma que queden enrasadas con el resto de la pared. En el momento de la entrega el instalador autorizado aportará la documentación que acredite el cumplimiento de la instalación de la normativa vigente.

Si la instalación es superficial los tubos de aislante rígido se fijarán mediante grapas a menos de 40 cm, produciéndose las uniones entre los conductores en las cajas de derivación. El conductor neutro deberá estar claramente diferenciado del resto. Se evitará la curvatura excesiva de los cables, no pudiendo ser el radio inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

## **5.- VERIFICACIÓN DEL AISLAMIENTO.**

La resistencia de aislamiento entre conductores activos y entre éstos y tierra será superior en todos los casos a 0,5 MΩ.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores mediante la aplicación de una tensión comprendida entre 500 y 1000Vcc con una corriente de 1 mA, durante la medida los conductores incluyendo al neutro; estarán aislados de tierra, así como de la fuente de alimentación de energía a la cual estén unidos habitualmente.

***La medida de aislamiento con relación a tierra*** se efectuará uniendo a ésta el polo positivo del generador y dejando en principio todos los aparatos receptores conectados, asegurándose que no exista falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica; los aparatos de interrupción se pondrán en posición de cerrados; todos los conductores se unirán entre sí, incluyendo el neutro, en el origen de la instalación que se verifica y a ese punto se conectará el polo negativo del generador.

***La medida de aislamiento entre conductores*** se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada en el punto anterior, para la medida del aislamiento con relación a tierra. La medida de la resistencia de aislamiento se efectuará sucesivamente entre los conductores tomados de dos en dos, comprendiendo el conductor neutro.

***La rigidez dieléctrica*** de la instalación ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización resista durante 1 minuto una tensión de prueba de  $2U+1000$  voltios a frecuencia industrial siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1.800 V; el ensayo se efectuará para cada uno de los conductores incluido el neutro, con relación a tierra y entre conductores.

## **6.- DISPOSICIONES GENERALES**

El instalador estará en posesión de la correspondiente autorización, homologación o capacitación del Servicio de Industria correspondiente, la cual presentará al Director de Obra para su verificación.

El instalador está obligado a cumplir las condiciones de seguridad e higiene reglamentadas facilitando al personal los medios de protección necesarios y exigiendo su uso.

El director de obra podrá exigir del instalador en cualquier momento, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo.

El instalador al finalizar la obra entregará unos esquemas de potencia y maniobra de todos los cuadros ejecutados que sean fiel reflejo de los mismos

## **7.- RECEPCIÓN DEL MATERIAL.**

El Director de Obra de acuerdo con el Instalador, dará a su debido tiempo la aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Instalador.

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

## **8.- RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

La recepción de la instalación tendrá como objeto comprobar que la misma cumple las prescripciones del Reglamento y Proyecto; así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar las prestaciones y exigencias del uso racional de la energía, seguridad y calidad que son exigidas.

Periódicamente mientras duren las obras se realizarán controles periódicos, anotando en el libro de órdenes las deficiencias encontradas, las cuales deberán ser reparadas de inmediato. En función de la gravedad, la Dirección de la Obra podrá ordenar la suspensión de las obras mientras no sean reparadas dichas deficiencias.

No podrán utilizar materiales que previamente no hayan sido aceptados por la Dirección de la Obra. Este control previo no constituye recepción definitiva, y, por tanto, los materiales pueden ser rechazados por la Dirección de la Obra, incluso después de ser colocados, si no cumplieran.

Los materiales rechazados por la Dirección de la Obra deberán ser retirados por el Contratista inmediatamente y en su totalidad. De no cumplirse esta condición, el D.F. podrá mandar retirarlos, por el medio que crea oportuno, por cuenta de la contrata.

Todos los materiales y elementos deberán estar en perfecto estado de conservación y uso, y se repudiarán aquellos que estén averiados, con defectos o deteriorados.

Cuando el director de la Obra lo crea oportuno, se realizarán los análisis, ensayos o revisiones de los materiales, elementos o instalaciones, (bien sea en la fábrica de origen, en los laboratorios oficiales o en la misma obra), como comprobación de las características de los mismos y aunque existan certificados que las acrediten.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el Director de Obra, se procederá al acto de recepción de la instalación, extendiendo el correspondiente Certificado de Finalización de las Obras, firmado por el Director de Obra de las mismas y dando por concluido los trabajos.

## **9.- RESPONSABILIDAD DE UTILIZACIÓN.**

Una vez extendido el Certificado Final de Obra por el director de la misma, la responsabilidad del uso y mantenimiento de la instalación y elementos asociados a ella de protección y seguridad, se transmite íntegramente a la propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que en concepto de garantía hayan sido pactadas y obliguen a la empresa instaladora y/o mantenedora.

El titular de la instalación será igualmente responsable de que se realicen las operaciones de mantenimiento reglamentado, así como mantener los valores correspondientes dentro de los límites exigidos por la legislación vigente.

## **10.- CONDICIONES DE MEDICIÓN Y ABONO ESPECÍFICOS.**

### **A) Cables.**

Al precio asignado por metro lineal (ml) incluido en este coste todas las operaciones de adquisición, transporte, acarreo, colocación del cable, menguas por empalmes o curvas, retirada y abono de las bobinas correspondientes, etc. Se medirá por metros lineales realmente instalados.

**B) Tubos, bandejas y canalizaciones.**

Están incluidos en el precio los tubos y materiales previstos, así como las guías de alambre u otro material adecuado en el caso de ser necesario. Se medirán por metro lineal realmente instalado.

**C) Cuadros eléctricos.**

Se incluyen en este concepto los materiales debidamente instalados, necesarios para la correcta maniobra de conexión, desconexión, protección y control de la instalación.

La unidad incluye el cuadro eléctrico, los interruptores de protección, diferenciales, fusibles, contactores, puesta a tierra y demás elementos señalados en el estado de mediciones, así como los anclajes necesarios y el pequeño material eléctrico preciso.

Todos los elementos estarán debidamente instalados, señalizados, conectados y puestos en servicio. Se medirá la unidad acabada y en servicio.

**D) Luminarias**

En este concepto se incluye el conjunto de la luminaria con todos sus accesorios y lámpara, instalada y en funcionamiento. Se medirá por unidad realmente instalada y en servicio.

**E) Elementos fotovoltaicos**

En este concepto se incluye el conjunto de placas fotovoltaicas, inversores, control fotovoltaico con todos sus accesorios, instalados y en funcionamiento. Se medirá por unidad realmente instalada y en servicio.

**F) Excavaciones:**

En m<sup>3</sup>, se medirá a cinta corrida la longitud de la zanja y se aplicará una anchura de 0,40 m y una altura de 85 cm. Se incluye cualquier clase de terreno.

**G) Arena de río:**

En m<sup>3</sup>, se medirá a cinta corrida la longitud de la zanja y se aplicará una anchura de 0,40 m y una altura de 15 cm

**H) Relleno:**

En m<sup>3</sup>, se calculará como diferencia entre los m<sup>3</sup> de excavación y los m<sup>3</sup> de arena.

**I) Canalización eléctrica subterránea.**

Medición por metro lineal a cinta corrida entre arquetas o extremos, incluyendo en el precio la rotura y reposición del pavimento existente, apertura y cierre de zanja, hormigón de protección, tubería, reposición de servicios afectados, etc.

**J) Arquetas.**

Medición por unidad incluyendo rotura y reposición de pavimento, excavación, molde de plástico, hormigón.

## **11.- CONDICIONES DE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES**

### **11.1.- LUMINARIAS.**

Las luminarias que se instalen deberán estar proyectadas y construidas con materiales de alta calidad y ser capaces de proporcionar un servicio seguro y duradero.

Deberán llevar el marcado CE de acuerdo con las directivas de la UE sobre compatibilidad electromagnética y Seguridad Eléctrica cumpliendo la norma EN.60.598.

Dado que el resultado final en una obra de alumbrado depende en gran medida del estudio fotométrico que se ha realizado previamente en el proyecto y dado que éste es función de las características propias de la luminaria o proyector elegido por el proyectista, no se admitirán cambios de modelo sin que se justifique mediante los correspondientes estudios luminotécnicos que los resultados que se obtendrán signifiquen una mejora substancial que aconseje el cambio. El instalador proporcionará una muestra de los aparatos antes de su instalación.

### **11.2.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS.**

El cable eléctrico será del tipo y dimensiones señalados en los cálculos de caídas de tensión y en los Planos del proyecto. Cada conductor estará formado de uno o varios hilos de cobre desnudo con aislamiento protector.

Para los conductores de exterior y en bandejas, la tensión nominal de servicio será de 1.000 V y la tensión de prueba de 7.000 V. entre conductores, durante 15 minutos.

El cobre empleado en los conductores eléctricos estará conforme con lo especificado en la norma UNE 21.011.

No se admitirán bajo ningún concepto empalmes de conductores bajo tierra, ni en arquetas.

Los cables verificarán el Reglamento de Productos de la Construcción (CPR) Los cables del tipo no propagador del incendio serán de la clase de reacción al fuego mínima Cca-s1b, d1, a1. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123, partes 4 o 5, o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable) cumplen con esta prescripción.

- **Clase (reacción al fuego)** Cca: EN 50399: FS  $\leq$  2,00m; THR  $\leq$  30MJ; HHR  $\leq$  60MJ; FIGRA  $\leq$  300Ws-1 /// EN 60332-1-2: H $\leq$ 425 mm
- **Opacidad de los humos emitidos** s1b: TSP1200  $\leq$  50 m<sup>2</sup>; SPR 0,25 m<sup>2</sup>/s; transmitancia  $\geq$  60 % < 80%
- **Acidez (corrosividad de los gases emitidos)** a1: conductividad < 2,5  $\mu$ S/mm y pH > 4,3
- **Partículas inflamables** d1: sin caída durante 1200 s de gotas / partículas inflamadas que persistan más de 10 s
- Eca: EN 60332-1-2: H  $\leq$  425 mm.

La clase de referencia en España mínima es: Cca-s1b,d1,a1; la clasificación de los cables de acuerdo con su instalación será la señalada en la siguiente tabla:

REBT	INSTALACIÓN	CABLE ACTUAL	CLASE CPR MÍNIMA
ITC-BT 14	Línea general de alimentación	(AS)	$C_{ca-slb,dl,al}$
ITC-BT 15	Derivación individual	(AS)	
ITC-BT 16	Centralización Contadores	(AS)	
ITC-BT 28	Locales pública concurrencia	(AS)	
ITC-BT 29	Locales riesgo incendio o explosión	No propagador del incendio	
ITC-BT 20	Sistemas de instalación	No propagador de la llama	$E_{ca}$

RSCEI	INSTALACIÓN	CABLE ACTUAL	CLASE CPR MÍNIMA
Anexo 2 Punto 3.3	Situados en interior de falsos techo o suelos elevados	(AS)	$C_{ca-slb,dl,al}$

### **11.3.- CAJAS DE DERIVACIÓN Y PROTECCIÓN.**

Serán de material aislante y autoextinguible según norma UNE 53.315, con una resistencia de aislamiento de 5 Megaohmios y una rigidez dieléctrica de 3,75 KV durante un minuto entre partes activas y masa, cumpliendo la norma UNE 21.095-73 y la recomendación UNESA 1403-B.

Deberán contener como mínimo cuatro bornes que admitan cada uno de ellos las diversas secciones de los cables que conectan y estarán dotadas de una tapa cerrada mediante tornillo imperdible.

Las cajas deberán permitir una ventilación suficiente para evitar posibles condensaciones. El grado de protección mínima será IP 55 según UNE 20.324

### **11.4.- CUADROS DE MANDOS**

Los cuadros de mandos dispondrán de los elementos especificados en planos y en el cuadro de precios. Su sujeción a la pared o peana se realizará con tornillería cincada

Los cuadros permitirán una perfecta ventilación de los equipos instalados en su interior; la puerta estará dotada de cerraduras de seguridad.

El grado de estanqueidad en emplazamientos clasificados como mojados será IP-66, en zonas polvorientas el grado mínimo será IP-55.

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) cortarán la corriente del circuito sin dar lugar a la formación de un arco permanente y sin posibilidad de posición intermedia entre circuito abierto y circuito cerrado. Estarán fabricados de material aislante y serán cerrados. Sus dimensiones serán tales que la temperatura en ninguna de sus piezas supere los 65° C. Se podrán realizar en torno a 10.000 maniobras de cierre y apertura.

### **11.5.- APARATOS DE PROTECCIÓN**

Los disyuntores serán del tipo magnetotérmico con accionamiento manual, pudiendo contar la corriente máxima del circuito sin formación de arco permanente, y cerrando o abriendo el circuito sin capacidad de posición intermedia. Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito será la adecuada para la intensidad del cortocircuito que pueda presentarse en la instalación, se regularán para una temperatura inferior a 60 °C para la protección contra el calentamiento de las líneas.

Los aparatos de protección llevarán marcadas la tensión nominal y la intensidad de funcionamiento y el signo indicado de desconexión. Serán de corte omnipolar, cortando la fase y neutro simultáneamente cuando actúe la desconexión. Los interruptores diferenciales serán al menos de media (500-300 mA) y alta sensibilidad (30 mA.) y de corte omnipolar.

Los fusibles a utilizar serán calibrados a la intensidad del circuito que protejan. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible. Podrán ser reemplazados bajo tensión sin peligro, y llevarán marcadas la tensión nominal y la intensidad de trabajo

## **12.- TOMAS DE TIERRA**

Todos los puntos de luz accesibles, los armarios de control, columnas y masas metálicas importantes, etc. estarán unidos a la red de tierra. Las puestas a tierra estarán formadas por picas de acero normalizadas o bien por placa galvanizada de 3 mm de espesor y 0,5 m x 0,5 m de superficie. Las grapas de conexión serán tipo KKK KBH-25.

El cable de conexión será de cobre y de sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>. La resistencia a tierra será inferior a 20  $\Omega$  y en todo caso será tal que no se puedan producir tensiones de contacto superiores a 24 V.

## **13.- CANALIZACIONES ELÉCTRICA SUBTERRÁNEAS.**

Las líneas subterráneas se instalarán en el interior de tubos de polietileno corrugado exteriormente y liso en su interior, con un diámetro mínimo de 100 mm y a las profundidades indicadas en los planos, con bandas de señalización. Si fuera necesario se construirán arquetas de registro, cada 50 m como máximo.

Una vez instalado el tubo y en su caso la capa de protección de hormigonado, podrá procederse al tapado de la zanja con una primera capa de 20 cm de espesor de arena, siendo las capas sucesivas de tierra perfectamente cribada libre de piedras y terrones, apisonándola energéticamente e intercalando la cinta de señalización de conducciones eléctricas subterráneas.

Si hubiera reposición de pavimento, este se realizará como máximo a la semana de taparse la zanja, teniéndose el máximo cuidado para que prácticamente no se noten las juntas.

La canalización subterránea se realizará con tubos, ajustándose a las siguientes condiciones:

- a) Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- b) Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y demanda estimada de energía.
- c) Las salidas del cable quedarán emplazadas en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- d) Si por alguna causa justificada la profundidad de la zanja fuese inferior a 60 cm en zona de acera/zona ajardinada u 80 cm en zona de calzada, se utilizarán chapas o tubos de hierro y otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente.

## **14.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **14.1.- DISEÑO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.**

El Módulo Fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones señaladas en la Memoria y sus Anexos; todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por esta causa.

En aquellos casos excepcionales que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los cuales han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos deben cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

### **14.2.- DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN**

El sistema de monitorización, cuando se instale proporcionará medidas como mínimo de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Energía producida en la salida de cada inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 KWp.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se harán conforme a documento normalizado. El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

### **14.3.- COMPONENTES Y MATERIALES.**

Como principio general se debe asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en el que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar averías en la red, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección contra contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en idioma español.

### **Sistemas generadores fotovoltaicos**

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar calificados por algún laboratorio reconocido, el cual acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en la Memoria y sus Anexos. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria de Solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulado.

Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

### **Estructura soporte módulos fotovoltaicos hincada al terreno**

La estructura soporte se diseñará con la inclinación, sobre la horizontal, indicada en la memoria, de forma que los módulos fotovoltaicos optimicen la producción energética a lo largo del año. Las estructuras se colocarán orientadas hacia el sur, este/oeste s/Memoria.

Se dejará una distancia (D) de separación entre filas de estructuras consecutivas para evitar sombras entre ambas. Esta distancia de seguridad se obtendrá mediante la siguiente fórmula:  $D = H / \tan (61^\circ - \alpha)$

Donde  $\alpha$  es la latitud del emplazamiento, (H) la distancia entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente estructura, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos fotovoltaicos.

Sera responsabilidad del proveedor que la estructura y modo de amarre al terreno sean diseñadas y construidas con materiales apropiados para evita que, bajo las condiciones de trabajo y características ambientales de la zona, las mismas presente corrosión, deformaciones mecánicas, hundimientos, problemas con la aerodinámica, etc.

Se precisa que la estructura y amarre de la misma tenga una garantía mínima de 10 años y al menos 20 años frente a la corrosión.

La estructura verificará con:

- Estructura fija con una inclinación de 30° o la señalada en Memoria.
- Dispondrá de pilares de acero galvanizado para hincar en el terreno, y el resto será de aluminio anodizado o acero inoxidable o bien de acero galvanizado en caliente siempre y cuando se justifique y garantice que el recubrimiento anticorrosivo y la pintura acrílica anticorrosiva es adecuada para el emplazamiento donde se va a ubicar la instalación. Toda la tornillería a emplear será de acero inoxidable.
- La estructura será hincada en el terreno salvo que el geotécnico a realizar en la zona indique la no viabilidad de dicho modo de instalación. En ese caso se deberá determinar la mejor opción de amarre (micropilotes, cimentación, etc.).

### **Estructura de apoyo.**

Las estructuras de apoyo deberán cumplir las especificaciones señaladas en la Memoria y Anexos a la misma; de lo contrario se tendrá que incluir un apartado justificativo. En todos los casos se dará cumplimiento al obligado por la CTE y otras normas aplicables. La estructura apoyo de módulos debe resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con el indicado en la Código Técnico de la Edificación (CTE).

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo con el consentimiento de la DF y evaluando el galvanizado o protección de la estructura. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no lanzarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las C.T.E., y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas. La estructura de apoyo será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV- 102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

## Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable porque sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- El principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutador.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o manera aislada.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones de:

- Cortacircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y vuelta de la red, etc.

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

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interface CA. Podrá ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10% superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiera) para inversores de potencia inferior a 5 KW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 KW.
- El autoconsumo del inversor de forma nocturna debe ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor habrá de inyectar en red o solución adecuada y aprobada. Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente. Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

**Cableado.**

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos según la normativa vigente. Los conductores serán de cobre o aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

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

De acuerdo con la ITC-BT-40 los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

**Conexión a la red.**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real decreto 1699/2011 sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la ITC BT-40 sobre la conexión de plantas generadoras a la red eléctrica, teniendo en cuenta las modificaciones señaladas en el RD 244/2019

**Medidas.**

Toda la instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015 y RD 244/2019 sobre medidas y facturación de energía en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Los esquemas unifilares de montaje de los contadores vienen definidos por la ITC BT-40 sobre la conexión de plantas generadoras a la red eléctrica.

**Protecciones.**

Toda la instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 y RD 244/2019 sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la ITC BT-40 sobre la conexión de plantas generadoras a la red eléctrica.

En conexiones a la red trifásicas, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 48 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades y contactos directos de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro

**Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real decreto 1699/2011 y RD 244/2019 sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

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

La puesta a tierra de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos se realizará mediante conductores conectados a la red principal de tierra mediante soldadura aluminotérmica (tipo Cadwell). Este conductor será un cable de cobre aislado verde-amarillo de 35 mm<sup>2</sup> de sección o de 50 mm<sup>2</sup> en aluminio que ascenderá hasta la estructura a través de un pasatubos realizándose la conexión a tierra en un punto definido en la estructura.

La puesta a tierra de los módulos se realizará mediante el contacto directo entre el marco metálico y la estructura soporte y a través de los puntos de anclaje de los mismos a la estructura.

#### **14.4.- RECEPCIÓN Y PRUEBAS**

El instalador entregará al usuario un documento en el cual conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en español para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) estos habrán de haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las cuales se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia del indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

- Pruebas de arranque y parada en diferentes instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. Sin embargo, el Acto de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este periodo el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien habrá de adiestrar al personal de operación. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acto de recepción provisional.

El instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciara que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a resolverlos sin cargo alguno. En cualquier caso, habrá de atenerse al establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

#### **14.5.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

El Plan de mantenimiento preventivo incluye: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El Plan de mantenimiento correctivo incluye: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil, entre otros:

- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el abasto indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidos ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas. Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (número, titulación y autorización de la empresa).

#### **15.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y SEÑALIZACIONES.**

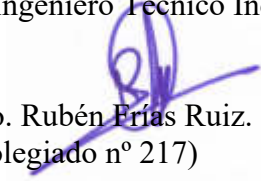
Antes de la entrega de la obra la empresa instaladora deberá realizar la colocación de rótulos, etiquetas, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos del montaje. Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características principales, verificarán las exigencias del Reglamento de Productos de la Construcción “CPR

#### **16.- INST. EJECUTADAS POR MÁS DE UNA EMPRESA INSTALADORA**

En aquellas instalaciones donde intervengan, de manera coordinada, más de una empresa instaladora autorizada, deberá quedar nítidamente definida la actuación de cada una y en qué grado de subordinación. Cada una de las empresas intervinientes emitirá su propio Certificado de Instalación, para la parte de la instalación que ha ejecutado.

La Dirección Facultativa tendrá la obligación de recoger tal circunstancia en el Certificado de Dirección y Finalización de obra correspondiente, indicando con precisión el reparto de tareas y responsabilidades.

Autol junio de 2025  
El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo. Rubén Frías Ruiz.  
(Colegiado nº 217)

# **PRESUPUESTO**



Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
<b>1</b>	<b>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y ESTRUCTURA SOPORTE</b>								
<b>01.01</b>	<b>UD PANEL FOTOV MONOCRIST TRINA SOLAR TSM-DE20-595Wp</b>								
	Ud. Módulo fotovoltaico de célula partida monocristalina TSM-DE20 TRINA SOLAR modelo VERTEX TSM-595, o similar de 120 células, dimensiones módulo 2172*1303*35 mm, con una potencia pico de 595 Wp, peso módulo 30,90 Kg; clase de protección II, características eléctricas principales: Vmpp= 34,20 Vdc, Voc= 41,30 Vdc, Isc= 18,47 Adc, Imp= 17,40 Adc, dotado de toma de tierra, grado de protección IP-65 con diodos de by-pass, conexión mediante multicontacto, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarrar a estructura. Completamente montado, probado y funcionando.								
	12 string de 14 módulos	1	12,00	14,00		168,00			
							168,00	180,00	30.240,00
<b>01.02</b>	<b>UD ESTRUCT SOPORTE PANEL FIJA MET SS-HIN-EO ESTE/OESTE HINCADA</b>								
	Ud pp estructura para un panel, estructura fija metálica este/oeste SS-HIN-EO hincada en el terreno con refuerzo en zonas no consistentes mediante bancadas de hormigón apoyada en terreno de DN-900mm * altura 500 mm o similar con pilares hincados actuando como bastidor perfiles P41A; configuración 2 paneles en cada cara, inclinación 10º este/oeste, perfiles de acero galvanizado para fijación el bastidor /estructura en acero galvanizado en caliente norma EN ISO 1461 y EN ISO 37501) con bastidor para fijación paneles fotovoltaicos en aluminio estructural 6005 T6 incorporando juntas de EPDM para evitar par galvánico entre aluminio y acero, profundidad de hincado > 1,5 metros, composición s/planos, incluida garantía, seguridad trabajos en altura, tornillería acero inoxidable. grapas G6/G10, Instalada y en funcionamiento.								
	Estruct para 168 módulos FV - ESTE/OESTE	168				168,00			
							168,00	80,00	13.440,00
<b>01.03</b>	<b>ud INSTALACION PUESTA A TIERRA ESTRUCTURA MODULOS FV</b>								
	Ud. realización de puesta a tierra estructura fija metálica SS-HIN-EO (este-oeste) con perfil P41A soporte paneles fotovoltaicos; formada por 6 picas acero/cobre 2m DN-14 unidas con cable de aluminio de 50 mm2 (L > 50 m) enterrado en el terreno formando un electrodo de TT, uniendo piezas de la estructura fija soportes paneles fotovoltaicos y masas metálicas del sistema fotovoltaico, conexiones, instalada, medida de la TT y certificada.								
		1				1,00			
							1,00	250,00	250,00
<b>TOTAL 1.....</b>									<b>43.930,00</b>



Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
<b>2</b>	<b>INVERSORES Y SISTEMA MONITORIZACIÓN</b>								
<b>02.01</b>	<b>UD INVERSOR TRIFÁSICO INGETEAM MODELO INGECON SUN PLAY 110TLM9</b>								
	Ud. Inversor trifásico INGETEAM modelo Ingecon Sun 3 Play 110TL M9 de 110 KWn -400V, rendimiento >98%. Tensión de entrada máxima Ddcmax 1100V, 9 MPPT; 18 (9x2) entradas con conectores dobles FV, inversor con protección descargadores contra sobretensiones tipo 2, seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) pantalla LCD, caja para interior/exterior, incluyendo control de red y equipos de seguridad, vigilancia anti-isla, protecciones contra polarizaciones inversas, cortocircuitos, fallo de aislamiento; preparado para comunicación con PC, otro inversor o datalogger, protecciones contra sobretensiones ac (tipo-2) y protecciones para comunicación Ethernet y RS485, incluso accesorios, soportes y parte proporcional de pequeño material. Adaptado en fábrica para una potencia de 100 KWn. Completamente montado, probado y funcionando.								
	Inversor	1				1,00			
							1,00	6.000,00	6.000,00
<b>02.02</b>	<b>UD GESTOR ENERGÉTICO INGECON SUN EMS PARA AUTOC</b>								
	Ud equipo gestor energético Ingecon Sun EMS de Ingeteam para optimizar el consumo y energía en instalaciones desarrolladas con inversores Ingecon Sun 110TL M9, gestión de los flujos de energía de la instalación de autoconsumo conectividad wifi, ethernet, RS485, USB para actualizaciones, comunicación con inversores con cable FTP y/o Fibra Óptica; incluido fuente de alimentación OMRON S8VK-GO6024 tensión de entrada 264-85V, tensión de salida 24 Vdc, potencia máxima de salida 60W, corriente de salida 2,5A con su protección por disyuntor, pequeño material de instalación, conexiones, programación. Instalado y en funcionamiento.								
		1				1,00			
							1,00	920,00	920,00
<b>02.03</b>	<b>UD KIT ROUTER CON 4 TOMAS RJ45 Y 2 TOMAS DE FO</b>								
	Ud equipo router para toma datos FTP y fibra óptica con caja y mecanismos dobles, marco, acople a carril rack, incluyendo 4 tomas de datos RJ45 FTP Categoría 6 UTP, 2 Tomas de fibra óptica, incluso soportes y elementos adaptadores necesarios.								
		1				1,00			
							1,00	31,68	31,68
<b>02.04</b>	<b>ML CABLE FTP CAT 6 BLINDADO TRANSF DATOS RS-485-4*2*23AWG</b>								
	ML cable FTP Cat 6 LH Blindado FTP 4x2x0,57 Cat.6 para transferencia de datos RS-485, 4 pares de 2 hilos Cu estañadas, con pantalla Al-PET cobertura de alambres de cobre estañados, aislamiento exterior PVC, 4x2x23AWG; cuerda; Cu; apantallado, incluido conectores en extremos para conexión a inversores, analizador redes, CDP-0, etc y pequeño material auxiliar, instalado.								
		50				50,00			
							50,00	4,22	211,00

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
02.05	<b>UD CABLE FO 12 HILOS BLINDADO 08*50 NEXO (DT) OM3</b> Ml cable de fibras ópticas monomando de 12 hilos bindado, tubo central con gel, fibras de vidrio reforzadas WB, hilo desgarrador, cubierta exterior, libre de halógenos y no propagador de la llama 08*50 NEXO (DT) OM3, incluido adaptadores, empalmes, latiguillos. Instalado	1	200,00			200,00			
							200,00	1,69	338,00
02.06	<b>UD CERTIFICACION DE LA INSTALACION TOMAS RJ45, FO, PROGRAMACION Y PM</b> Ud Certificación de todas las tomas RJ 45 y FO de los puestos de trabajo para cumplimiento de categoría 6, así como la emisión de la documentación correspondiente, Servicios de integración, programación y puesta en marcha	1	4,00			4,00			
							4,00	10,63	42,52
<b>TOTAL 2.....</b>									<b>7.543,20</b>



Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
<b>3</b>	<b>CASSETAS PARA INVERSOR Y PROTECC ELECT</b>								
<b>03.01</b>	<b>UD CASETA PREF PARA INVERSORES PRETUCOM REAL-2</b>								
	Ud caseta prefabricada de hormigón armado HA-25 PRETUCOM modelo Real-2, o similar de dimensiones 2,14* 1,68* 2,18 m (ancho* profundo* alto) con puerta de acceso de 1,20*1,83 m, metálica galvanizada, y con rejilla de ventilación, con losa de cimentación de hormigón armado 2,30* 1,85* 0,16 m con abertura entrada cables y accesorios; incluso arqueta de hormigón de 1* 1* 1 m bajo losa para canalizaciones subterráneas, completa e instalada.	1				1,00			
							1,00	<b>1.326,93</b>	<b>1.326,93</b>
<b>03.02</b>	<b>UD CUADRO BT PROTECCION INVERSOR, BATERÍAS</b>								
	Ud cuadro metálico IP55 de 900*2000*250 conteniendo un interruptor general automático 4P-250A dotado de toroidal y relé diferencial, 2 interruptores automáticos 4P-250A, interruptor automático 4P-25A para alimentación a cuadro auxiliar caseta, cableados libres de halógenos, protecciones secundarias, embarrados, pequeño material, terminales, carril, canaleta y accesorios varios, instalado.	1				1,00			
	CBT CASETA						1,00	<b>4.890,00</b>	<b>4.890,00</b>
<b>03.03</b>	<b>UD CUADRO BT AUXILIAR CASETA S INVERSOR</b>								
	Ud cuadro metálico IP55 conteniendo, diferencial 2P-40A-30mA, diferencial 4P-40A-300mA, 2 magnetotérmico 2P-16A, magnetotérmico 2P-10A, 2 magnetotérmico 2P-6A, Protector motor extractor aire Reg 0,4-0,63A, contactor 3P-25A, cableados libres de halógenos, pequeño material, terminales, carril, y accesorios varios, instalado.	1				1,00			
							1,00	<b>204,27</b>	<b>204,27</b>
<b>03.04</b>	<b>UD EQUIPO RACK AUXILIAR CONTROL CASETA INVERSO</b>								
	Ud rack auxiliar de comunicaciones para control equipos en caseta inversor, con módem, medida y registro de temperaturas, velocidad viento, incluso software, accesorios, cableados, fibra óptica (0,8*50- DS-PO1) para comunicaciones, pruebas y en funcionamiento.	1				1,00			
							1,00	<b>317,76</b>	<b>317,76</b>
<b>03.05</b>	<b>ML BANDEJA REJILLA ELECT ZINCADA REJIBAND 100X60</b>								
	Ud bandeja electro zincada Rejiband, dimensiones 100x60 mm con p/p de piezas de unión, piezas especiales solar tótem, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 0,80 m.	9				9,00			
							9,00	<b>7,49</b>	<b>67,41</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
03.06	<b>UD EXTRACTOR DE AIRE S&amp;P HXTR/4-355</b> Ud extractor de aire mural S&P modelo HXTR/4-355 de 145 W,caudal 2890 m3/h, instalado en fachada caseta, completo e instalado.	1				1,00			
							1,00	150,00	150,00
03.07	<b>UD PLAFÓN IP-54 LED 15W- 1500 Lm</b> Ud plafón led IP-54 rectangular, cuerpo polipropileno, potencia 15 W, 230 V, apertura 100°, difusor mate; 4000K, con accesorios de anclaje y elementos auxiliares de conexión, incluida línea de alimentación, canalizaciones, interruptor de mando, accesorios, completamente instalado.	1				1,00			
							1,00	36,32	36,32
03.08	<b>UD EQUIPO GUARDAMOTOR- DISYUNTOR 0,4-0,63A</b> Ud equipo guardamotor - Disyuntor con Reg 0,4 - 0,63 A completo e instalado. Guardamotor extractor caseta	1				1,00			
							1,00	41,00	41,00
03.09	<b>Ud CONTACTOR III-15A/240V CON CONTACTOS AUXILIARES</b> Ud contactor III-15A/240V con contactos auxiliares para carril conexaso e instalado en cuadro.	1				1,00			
							1,00	59,00	59,00
03.10	<b>UD TERMOSTATO AMBIENTE CASETA INVERSORES</b> Ud. Termostato ambiente para control de temperatura de la caseta de inversor, regulación manual, i/p.p. de cableado, cajas de registro y conexaso de cables.	1				1,00			
							1,00	45,61	45,61
03.11	<b>UD INTERRUPTOR MAGNÉTICO PARA PUERTA O VENTANA INTRUSIÓN</b> Ud interruptor magnético para puerta o ventana instalado y cableado a red intrusión, completo y en funcionamiento.	1				1,00			
							1,00	37,32	37,32
<b>TOTAL 3.....</b>									<b>7.175,62</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
<b>4</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DC</b>								
<b>04.01</b>	<b>ML CABLE H1Z2Z2-K 1,8 KV-DC DE 1X6 MM2-Cu</b>								
	MI cable H1Z2Z2-K, 1,8 KV dc de 1x6 mm2 de sección en cobre, incluso conectores macho/hembra para paneles fotovoltaicos, multicontacto conector aéreo MC 4-6 mm2, grapas y accesorios de anclaje, pequeño material, instalado y probado.								
	Unión de módulos fotovoltaicos	168	2,00			336,00			
	String a inversor (v/medio)	12	20,00	2,00		480,00			
		1	60,00			60,00			
							876,00	2,50	2.190,00
<b>04.02</b>	<b>UD PROTECCION STRING- C/C EN CONECTOR SOLAR</b>								
	Ud protección c/c DC para strings, incluido en conector solar modelo ST6 FMF20 o similar, de 1500 Vdc intensidad 20A, con accesorios y elementos de fijación, instalado.								
		12	2,00			24,00			
							24,00	4,00	96,00
<b>04.03</b>	<b>ML BANDEJA REJILLA ELECT ZINCADA REJIBAND 100X60</b>								
	Ud bandeja electro zincada Rejiband, dimensiones 100x60 mm con p/p de piezas de unión, piezas especiales solar tótem, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 0,80 m.								
	Mesas soportes mód	3	20,00			60,00			
							60,00	7,49	449,40
<b>04.04</b>	<b>UD LINEA DE TIERRA CABLE DESNUDO DE 35 MM2- AI</b>								
	MI cable de tierra de cobre desnudo de 35 mm2, terminales y accesorios, uniendo las bandejas metálicas y soportes, o elementos metálicos, instalada.								
		1	60,00			60,00			
							60,00	4,05	243,00
<b>TOTAL 4.....</b>									<b>2.978,40</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV Inst Solar Autoconsumo 99,96 KwP "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
<b>5</b>	<b>INSTALACION ELECTRICA AC</b>								
<b>05.01</b>	<b>ML CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1kV DE 1x240mm2 Al</b>								
	ML.cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 1x240mm2-Al en canalización subterránea o aérea bajo tubo o en canaleta con accesorios, instalado.								
	Inversor/ Medida	4	180,00			720,00			
							720,00	8,00	5.760,00
<b>05.02</b>	<b>ML CABLE XZ1(S) 0,6/1kV DE 1x240mm2 Al</b>								
	ML.cable XZ1 (S) 0,6/1Kv de 1x240mm2-Al en canalización subterránea bajo tubo TPC o al aire en bandeja o en canaleta con accesorios, instalado.								
	Acometida (APM-EMBARRADO CDBT)	4	5,00			20,00			
							20,00	7,00	140,00
<b>05.03</b>	<b>ML CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1KV DE 1X120 MM2- Cu</b>								
	ML cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 1x120 mm2-Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado.								
	Interior caseta	4	5,00			20,00			
							20,00	16,00	320,00
<b>05.04</b>	<b>UD TERMINAL BIMETÁLICO PARA CABLE 240 MM2</b>								
	Ud terminal bimetalico XCX de 240 mm2 instalado en cable de aluminio, completo y con accesorios.								
	L.Descarga	2	4,00			8,00			
	Acometida	2	4,00			8,00			
							16,00	5,20	83,20
<b>05.05</b>	<b>ML BANDEJA GALVANIZADA REJIBAND 200X60</b>								
	Ud bandeja galvanizada rejiband, dimensiones 200x60 mm con p/p de piezas de unión, piezas especiales, cortes y soportes largos 1m (salvando pilares) colocados a menos de 0,6 m								
		1	6,00			6,00			
							6,00	17,37	104,22
<b>05.06</b>	<b>ML BANDEJA REJILLA ELECT ZINCADA REJIBAND 100X60</b>								
	Ud bandeja electro zincada Rejiband, dimensiones 100x60 mm con p/p de piezas de unión, piezas especiales solar tótem, cortes y soportes de tipo medio colocados a menos de 0,80 m.								
		1	10,00			10,00			
							10,00	7,49	74,90

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
05.07	<b>UD LINEA DE TIERRA CABLE DESNUDO DE 35 MM2- AI</b> Ml cable de tierra de cobre desnudo de 35 mm2, terminales y accesorios, uniendo las bandejas metálicas y soportes, o elementos metálicos, instalada.	1	20,00			20,00			
							20,00	4,05	81,00
05.08	<b>UD INST TOMA TIERRA CON PICA ACERO/COBRE DE 2M-DN 14</b> Ud. realización de puesta a tierra formada por pica DN 14-2m, unida a cable de cobre por medio de grapa o soldadura KKK, protegido mecánicamente, instalada.	1				1,00			
							1,00	8,29	8,29
05.09	<b>ML CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1KV 3x2,5mm2 -Cu</b> Ml cable RZ1-K(AS) 0,6/1KV de 3x2,5 mm2-Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado Varios fuerza	2	6,00			12,00			
							12,00	2,95	35,40
05.10	<b>ML CABLE RZ1-K(AS) 0,6/1KV 3x1,5mm2 -Cu</b> Ml cable RZ1-K(AS) 0,6/1Kv de 3x1,5 mm2-Cu emplazado en canalización subterránea o al aire en bandeja o tubo, instalado Varios alumbrado y control	2	15,00			30,00			
							30,00	2,37	71,10
<b>TOTAL 5.....</b>									<b>6.678,11</b>

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV      Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
--------	-------------	------	-------	-------	------	---------	----------	---------	-----------

## 6 EQUIPO DE MEDIDA

### 06.01 UD ARMARIO PROT Y MEDIDA CPMT-FOTOV- 100 KWn CON SECCIONAD

Ud Armario de protección y medida modelo APM-CPMT-300E-IF con seccionamiento accesible para la compañía, equipado para instalación fotovoltaica de 100 KWn - III, placa base de poliéster mecanizada para instalar base portafusibles BUC 250A incluidos c/c APR, interruptor de corte en carga 4P-250A, pletinas de 25\*4 mm conexión BUC, transformadores intensidad 200/5A, módem Sparkline IV, con GSM y 4G accediendo a la vpn de compañía, contador normalizado por E.Autol tipo ITRON ACE 7000, terminales, accesorios, instalado.

1

1,00

1,00

839,12

839,12

**TOTAL 6.....**

**839,12**

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV

Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
<b>7</b>	<b>CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS Y OBRA CIVIL</b>								
<b>07.01</b>	<b>M3 EXCAV.ZANJA RETRO T.MED.-DURO</b>								
	M3. Excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia media-dura, en apertura de zanjas, cimentación o saneamiento, con extracción de tierras a los bordes o carga a camión, i.limpieza manual del fondo.								
	CANALIZ 6+1- Caseta 3-caseta 4	1	40,00	0,62	1,20	29,76			
	Arquetas	1	1,30	1,30	1,60	2,70			
							32,46	2,65	86,02
<b>07.02</b>	<b>M3 TRANSP.TIERRAS &lt; 10KM.CARG.MEC.</b>								
	M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, a una distancia menor de 10 Km., con camión volquete de 10 Tm. y con carga por medios mecánicos.								
	PREV	1	10,00			10,00			
							10,00	2,16	21,60
<b>07.03</b>	<b>M3 HORM.HM-15 ZANJ.V.M.CEN</b>								
	M3. Hormigón en masa HM-15/P/40., elaborado en central, en relleno de zanjas de cimentación o canalizaciones, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación.								
	CANALIZ 6+1- Caseta 3-caseta 4	1	40,00	0,62	0,57	14,14			
							14,14	45,19	638,99
<b>07.04</b>	<b>MI TUBO C/ELECT TPC DN-160mm</b>								
	MI. tubo para canalización red subterránea eléctrica (MT/BT) con tubería corrugada de doble pared TPC, corrugado exterior y liso interior, de DN-160mm, colocado en zanja, con alambre guía, según norma de Compañía.								
	6+1	6	40,00			240,00			
							240,00	4,09	981,60
<b>07.05</b>	<b>MI TUBO C/ELECT TPC DN-90mm</b>								
	MI. Canalización para red de baja tensión/Telec con tubería corrugada de doble pared TPC, corrugado exterior y liso interior, de DN-90 mm., colocado en zanja, con alambre guía, según norma Reglamento Electrotécnico y Compañía Suministradora.								
		1	40,00			40,00			
							40,00	1,33	53,20
<b>07.06</b>	<b>M3 RELLENO ZANJAS TIERRAS PROPIAS</b>								
	M3. Relleno y compactación mecánica de zanjas y pozos, por medios mecánicos en tongadas de 20 cm. de espesor, i/regado de las mismas, con tierras propias de excavación, seleccionadas, humectado y compactación superior al 97% del Proctor Modificado.								
	EXCAVACION	1	29,76			29,76			
	HORMIGON	-1	14,14			-14,14			
							15,62	1,04	16,24

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV Inst Solar Autoconsumo 99,96 KwP "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
07.07	<b>M3 RELLEN.GRAVILLÍN MECANI.- ARQUETAS</b> M3. Relleno y extendido de gravillín en zanjas y pozos, con arena menor de 5 mm, con aporte, con vertido por medios mecánico y nivelado superficie final. EXCAV.ARQUE 1 2,70 2,70 ARQUETAS -1 1,10 1,10 1,50 -1,82						0,88	6,00	5,28
07.08	<b>Ud ARQUETA REGISTRABLE MODULAR M2/T2</b> Ud. Arqueta de registro para canalizaciones eléctricas, troncopiramidal, de dimensiones interiores: profundidad 1,50m, base 1x1m, coronación 0,76x0,76m en acera o redonda DN-600 en calzada, realizada con hormigón HM-200 In situ o prefabricada registrable modular M2/T2, con hueco drenaje en fondo y pasamuros para tubos. Completa s/planos.	1				1,00	1,00	317,76	317,76
07.09	<b>MI CINTA ATENCIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS</b> MI cinta de polietileno de 15 cm de ancha, con indicación "Atención debajo hay cables eléctricos", instalada en zanja. 1 40,00 40,00						40,00	0,27	10,80
07.10	<b>Ud TAPA FUND.Ø65</b> Ud, tapa y marco de fundición para arqueta, Ø 65 cm, C250, colocada, nivelación, anclajes tipo Spit y anillo hormigón. 1 1,00						1,00	86,25	86,25
07.11	<b>UD SELLADO DE TUBO TPC DN-160 CON ESPUMA POLIURETANO</b> Ud sellado de tubos hasta DN-160/90 con espuma de poliuretano intumescente (1 dm3) tendida y repaso, instalado. Arquetas 1 7,00 2,00 14,00						14,00	1,82	25,48
07.12	<b>UD TAPÓN TUBO TPC DN-200/160/110</b> Ud tapón para tubo de TPC DN-160/90 colocado Arquetas 1 2,00 2,00 4,00						4,00	0,54	2,16
07.13	<b>M2 CERCADO CON MALLA PLASTIF. S.TORSION 50</b> M2. Cercado tipo Arga con malla de acero galvanizado plastificado color verde, simple torsión, trama 50-14/17 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión y pintados al horno, de 48 mm. de diámetro y tornapuntas de tubo de acero galvanizado de 32 mm. de diámetro, totalmente montada, i/recibido con hormigón HM-20 central,o fijada a zócalo con contratubo, tensores, grapillas y accesorios.								

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV      Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
	Lateral camino	1	60,00		2,00	120,00			
	Lateral medianil	1	45,00		2,00	90,00			
							210,00	4,98	1.045,80

**TOTAL 7..... 3.291,18**

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**25009FV**

**Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"**



**ESTPROINGAR S.L.**  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
8	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA								
08.01	Ud MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD								
	Ud. Medidas de Seguridad y Salud en la obra según Estudio de Segu-								
	ridad y Salud incluido en el Proyecto.								
		1				1,00			
							1,00	180,00	180,00
	TOTAL 8.....								180,00

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

25009FV      Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Código	Descripción	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Cantidad	Euros €	Importe €
9	GESTION RESIDUOS RCDs								
09.01	UD   GESTIÓN DE RESIDUOS CONSTR. Y DEMOL, Ud gestión de residuos de construcción y demolición según estudio incorporado al proyecto, incluidos justificantes de entrega a gestor y resto de documentación requerida por la legislación vigente.	1					1,00		
							1,00	340,00	340,00
TOTAL 9.....									340,00

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

25009FV      Inst Solar Autoconsumo 99,96 KWp "CAHERPA-1"



ESTPROINGAR S.L.  
ESTUDIOS Y PROYECTOS

Capítulo	Resumen	Euros €
1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y ESTRUCTURA SOPORTE.....	43.930,00
2	INVERSORES Y SISTEMA MONITORIZACIÓN.....	7.543,20
3	CASSETAS PARA INVERSOR Y PROTECC ELECT.....	7.175,62
4	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DC.....	2.978,40
5	INSTALACION ELECTRICA AC.....	6.678,11
6	EQUIPO DE MEDIDA.....	839,12
7	CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS Y OBRA CIVIL.....	3.291,18
8	MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA.....	180,00
9	GESTION RESIDUOS RCDs.....	340,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>		<b>72.955,63</b>
21,00% I.V.A.....		15.320,68
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA..</b>		<b>88.276,31</b>

Asciende el Presupuesto de Ejecución a la mencionada cantidad de OCHENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS.

Autol, junio de 2025.

Fdo.: Fdo, Rubén Frías Ruiz  
Ingeniero Técnico Industrial

# ESTUDIO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA BÁSICO

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".



**Promotor:** CAHERPA SERVICIOS ENERGÉTICOS, S.L.

**Fecha:** Julio 2025

**Redactor:** José Antonio Bustillo Ramírez.

c/ Duques de Nájera 17, 5°C. Logroño. Tfno.: 610577869. Correo: ja.bustillor@gmail.com

## ÍNDICE:

1. Introducción .....	1
2. Datos generales .....	2
2.1. Promotor .....	2
2.2. Autor del Estudio de Integración Paisajística .....	2
2.3. Situación.....	2
2.4. Superficie .....	3
3. Descripción del proyecto: .....	3
4. Marco normativo de referencia (planeamiento, planes sectoriales, etc. ... ..)	9
4.1. Ley del Paisaje de La Rioja .....	9
4.2. Instrumentos de ordenación del paisaje .....	10
4.2.1. Unidades de paisaje .....	10
4.2.2. Ordenación territorial en ámbitos paisajísticos .....	10
4.2.3. Determinación de Paisajes Relevantes .....	11
4.2.4. Catálogo de Paisaje .....	11
4.2.5. Objetivos de calidad paisajística .....	12
4.2.6. Directriz de Paisaje .....	12
4.3. PGM Autol.....	12
4.4. Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja (DPSNULR) .....	13
5. Alcance .....	13
6. Caracterización del paisaje. ....	14
6.1. Descripción del estado del paisaje, incluyendo los principales componentes.....	14
6.2. Valores paisajísticos .....	16
6.2.1. Recursos paisajísticos .....	16
6.2.2. Recursos naturales .....	16
6.2.3. Elementos de interés geológico .....	17
6.2.4. Bienes de Interés cultural: .....	17
6.3. Análisis de visibilidad (estudio de cuenca visual) .....	18
6.4. Calidad y fragilidad del Paisaje.....	19
6.5. Estudios de sinergias con proyectos existentes o de previsible existencia en un entorno cercano. ....	21
7. Criterios y medidas de integración paisajística .....	22
7.1. Impactos potenciales .....	22
7.2. Análisis de alternativas .....	23
7.3. Justificación de la solución adoptada .....	24

<b>7.4. Estrategias de Intervención .....</b>	<b>24</b>
<b>8. Justificación estrategia elegida .....</b>	<b>25</b>

## 1. Introducción

La empresa CAHERPA SERVICIOS ENERGÉTICOS, S.L. realiza este Estudio de Integración Paisajística de la instalación de una planta solar fotovoltaica para autoconsumo.

En el momento de la elaboración de este estudio de integración paisajística, la Ley del Paisaje de La Rioja ha sido publicada en el Boletín Oficial de La Rioja con fecha 02/07/2025. Aún no habiendo entrado todavía en vigor (20 días desde su publicación), hace que lo más coherente es que sea tenida en consideración, de tal modo que se ha integrado el contenido y alcance de los estudio de integración paisajística que marca la ley en la elaboración de este estudio, ya que se considera que mejora sustancialmente el propósito del mismo.

Así, la ley, en su artículo 23.2 dice que

*2. Todas las peticiones relativas a usos, actividades y proyectos autorizables y autorizables condicionado, en Suelo No urbanizable y en Suelo Urbanizable No Delimitado deberán presentar, junto con la documentación inicial del proyecto, un Estudio de Integración Paisajística a excepción de los planes o proyectos que estén obligados a presentar un Estudio de Paisaje de conformidad con lo previsto en el artículo anterior.*

El artículo continúa diciendo:

*3. El contenido mínimo del Estudio de Integración Paisajística se ajustará según la normativa que desarrolle esta Ley y contendrá los siguientes aspectos debidamente justificados:*

- a) La descripción del estado del paisaje, incluyendo los principales componentes, valores paisajísticos, análisis de visibilidad (estudio de cuenca visual), calidad y fragilidad del paisaje y estudios de sinergias con proyectos existentes o de previsible existencia en un entorno cercano.*
- b) Los criterios y medidas de integración paisajística, que incluirán impactos potenciales, análisis de alternativas junto a su impacto económico, justificación de la solución adoptada, descripción de las medidas adoptadas para la prevención, corrección y compensación de los impactos.*
- c) Soluciones que eviten la fragmentación y degradación de los elementos que componen la zona.*
- d) Adecuación a los patrones del territorio y a las pendientes naturales del terreno evitando taludes de plataformas sobre la rasante natural que dificulten la percepción del paisaje.*
- e) Adopción de medidas que aseguren la permeabilidad para las personas, especies de flora y fauna, garantizando la continuidad de los ecosistemas.*
- f) Criterios para evitar actuaciones que dificulten la accesibilidad a las explotaciones de las personas que se dedican a la agricultura y ganadería.*
- g) Estudio de escala cromática a utilizar para la integración en el entorno incluyendo ortofotos.*

*4. El alcance y contenido del Estudio de Integración Paisajística podrá establecerse detalladamente para cada tipología de actividad, uso o proyecto, en la normativa reglamentaria que desarrolle la presente Ley.*

*5. El Estudio de Integración Paisajística se basará en la Cartografía de las Unidades de Paisaje y sus índices de calidad y fragilidad, que se confeccionará a tal efecto.*

## **2. Datos generales**

### **2.1. Promotor**

El encargo del presente Proyecto corresponde a CAHERPA SERVICIOS ENERGÉTICOS, S.L., con NIF B26557595y domicilio en C/ Hermandad nº 1- 1ºC, CP 26560, Autol (La Rioja).

### **2.2. Autor del Estudio de Integración Paisajística**

El redactor del presente estudio es José Antonio Bustillo Ramírez, biólogo colegiado nº 18204 ARN y consultor medioambiental.

### **2.3. Situación.**

La instalación quedará emplazada en el Polígono 20- Parcela 185 (zona-3), término Cerro de Santiago, al lado del camino Quel-Autol.

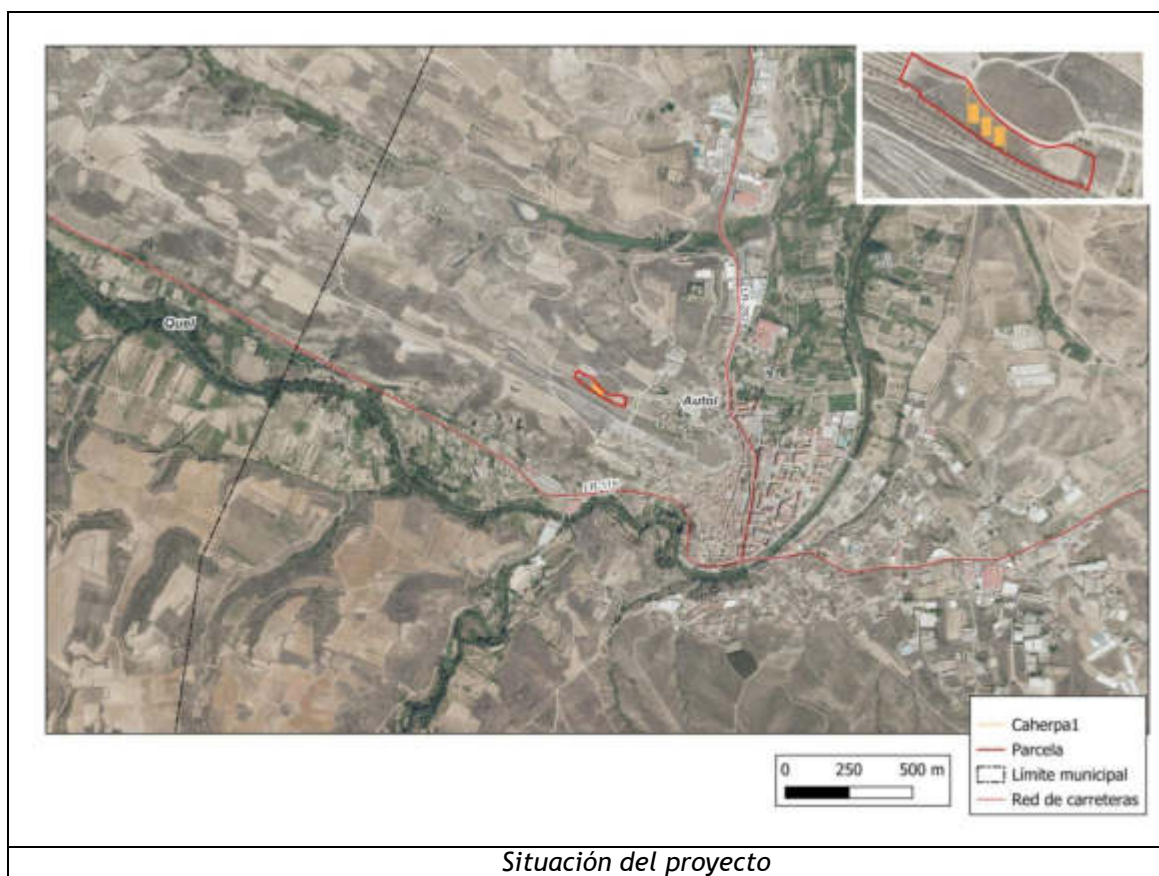
Las coordenadas UTM 30 en el acceso a la parcela son:

X = 581.547

Y = 4.674.557

Z = 489 metros

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".



## 2.4. Superficie

La ampliación se llevará a cabo en la zona nº3 de la parcela 185 del polígono 20 de Autol. Dicha zona se sitúa en la parte central de la parcela y tiene una superficie de 1400 m<sup>2</sup>:

## 3. Descripción del proyecto:

Se proyecta la realización de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes no acogidos a compensación, instalaciones próximas a través de red, con una potencia nominal de 99,96 KWp, empleando paneles fotovoltaicos.

El proyecto se dimensiona para:

- La potencia en paneles en la instalación será: 99,96 KWp
- La potencia en inversores de la instalación será: 100 KWn
- La producción media anual estimada de la instalación FV es de:  
123.133,52 KWH-Año
- Autoconsumo: Según la participación de los consumidores asociados

La corriente alterna de salida del inversor se inyectará a la red de baja tensión de la Compañía Suministradora, a la misma tensión y frecuencia de la red de suministro existente, de forma que se sincronice perfectamente con los valores de ésta.

Se trata de una instalación de producción próxima a las de consumo y asociada a las mismas: Instalación de producción o generación destinada a generar energía eléctrica para suministrar a uno o más consumidores acogidos a la modalidad de instalación conectada a la red, ya que se verifica que se encuentra conectada a una distancia inferior a 2.000 metros de los consumidores asociados (RD 20/2022).

Los consumidores estarán asociados a la instalación. El autoconsumo con excedentes no acogida a compensación permite vender todos los excedentes que tenga la instalación al mercado eléctrico por lo que sería productor, no autoconsumidor, y deberá responder como tal. Esto supone darse de alta como productor de energías renovables en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica (RAIPEE).

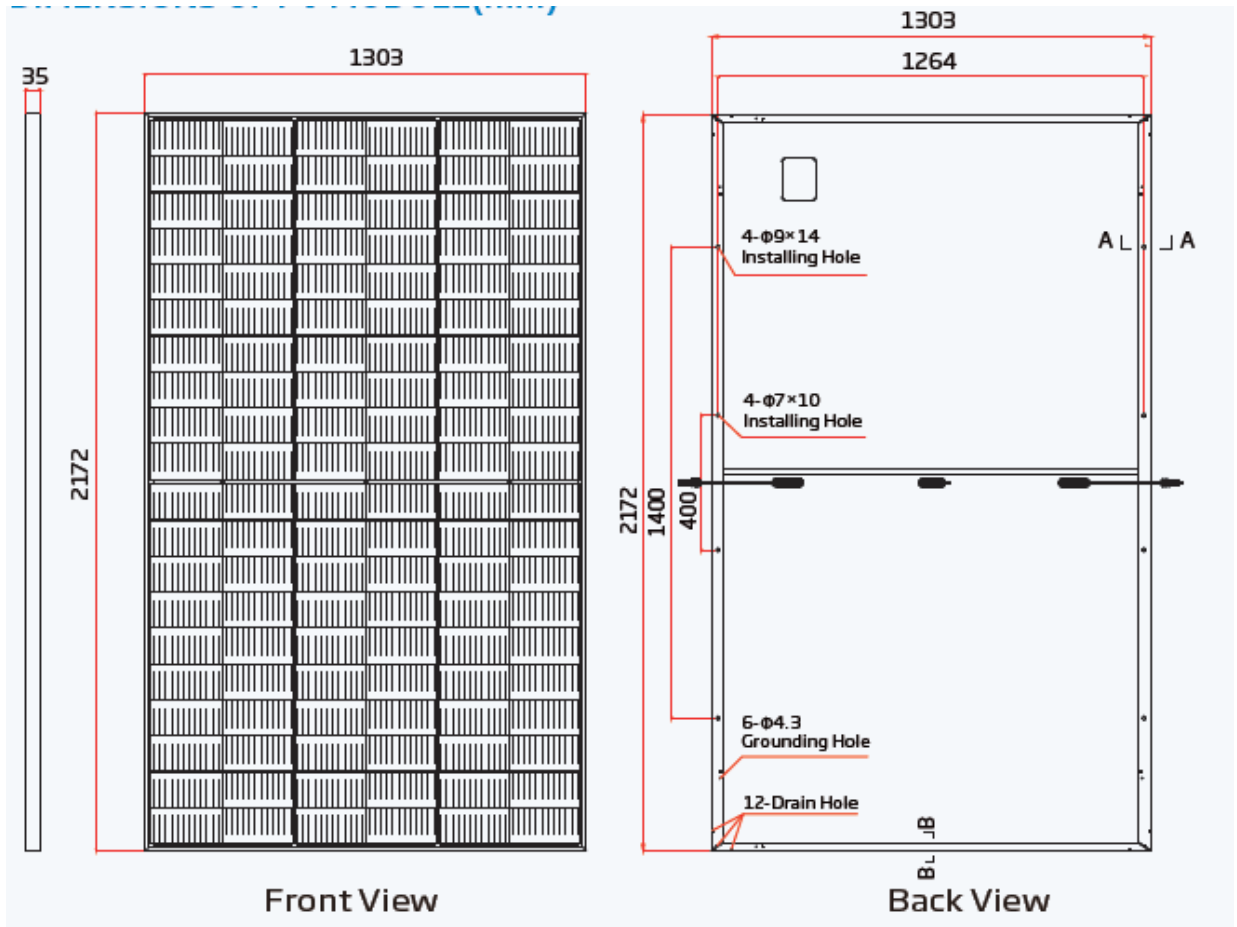
El emplazamiento de los paneles será en una parcela rústica y se fijarán a una estructura metálica hincada fija con perfiles y con una inclinación de 10°. La instalación estará compuesta por:

- Un campo solar formado por 168 paneles fotovoltaicos de 595 Wp.
- Estructura de sustentación de paneles solares fija hincada a suelo con pilares metálicos galvanizados. En caso de imposibilidad de hincado se utilizará una solución de lastrado mediante tubos de hormigón rellenos de hormigón en masa
- Un inversor trifásico INGECON SUN 110TL M9 de 100 KWn/Ud., que transformará la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.
- Protecciones eléctricas DC (parte integradas en el inversor).
- Protecciones eléctricas AC.
- Equipo de medida de generación

Se empleará un módulo fotovoltaico tipo Vertex TSM-DE20- 595 Wp. El módulo dispone de 120 células solares que ofrecen una potencia superior al panel solar. Las células solares están partidas en dos, la corriente que circula por ellas disminuye a la mitad reduciendo en la misma proporción las pérdidas internas de la placa fotovoltaica.

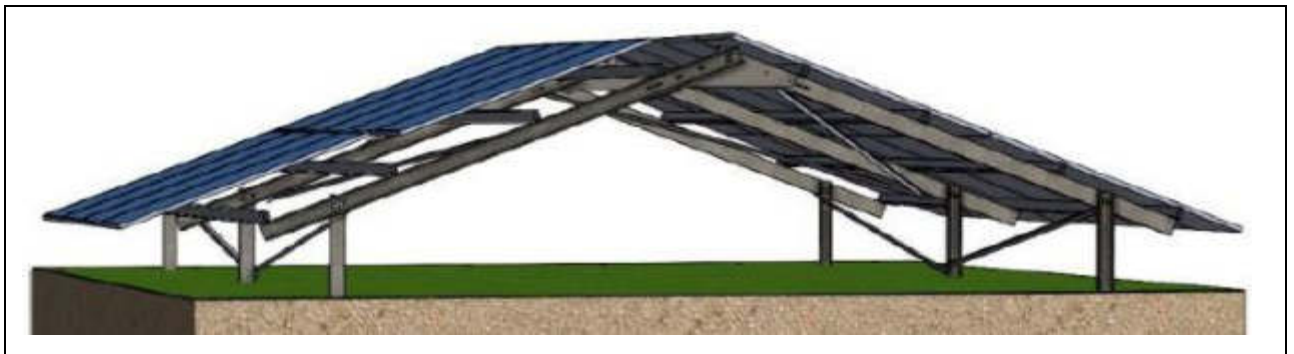
Las características del panel se muestran a continuación:

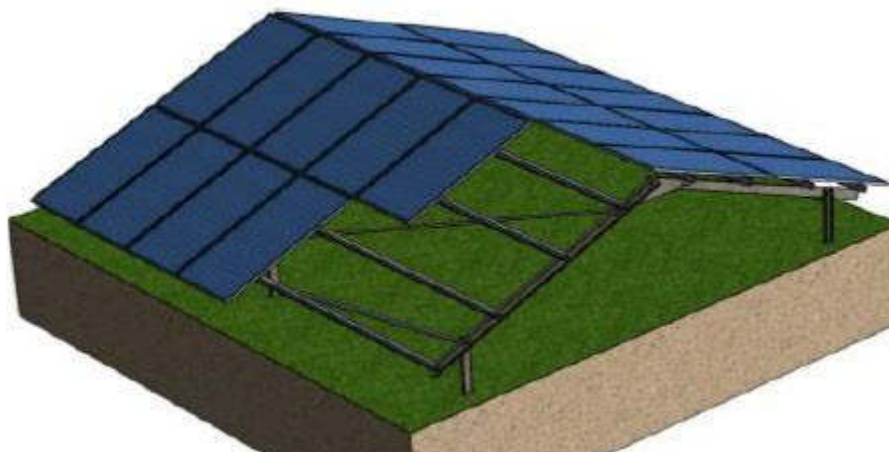
PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".



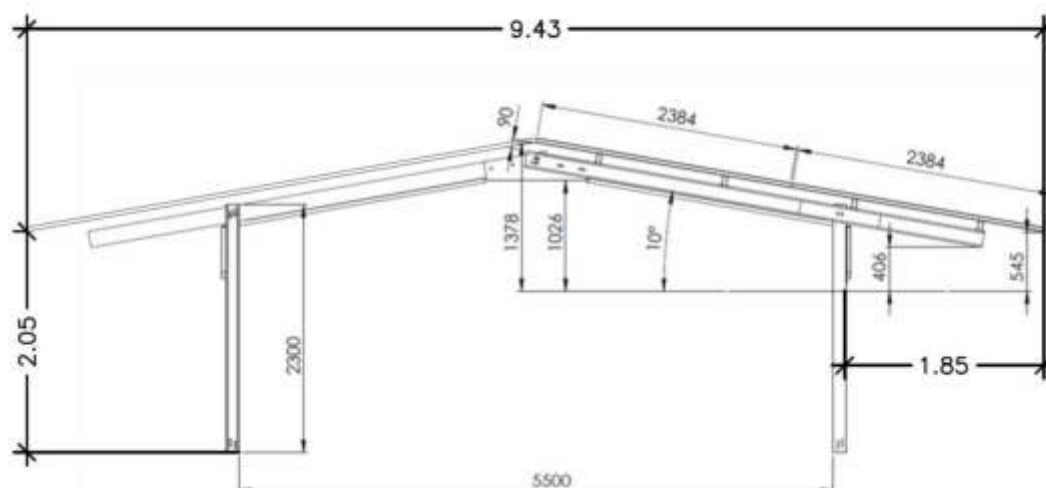
Todos los materiales utilizados para fabricar la estructura serán de acero galvanizado y aluminio para prevenir y evitar oxidación.

Las filas de las estructuras se dispondrán de forma que se minimicen las sombras entre ellos, pero optimizando el aprovechamiento del terreno. Se asegura así el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente para la latitud del emplazamiento y, además, se minimiza el impacto visual.





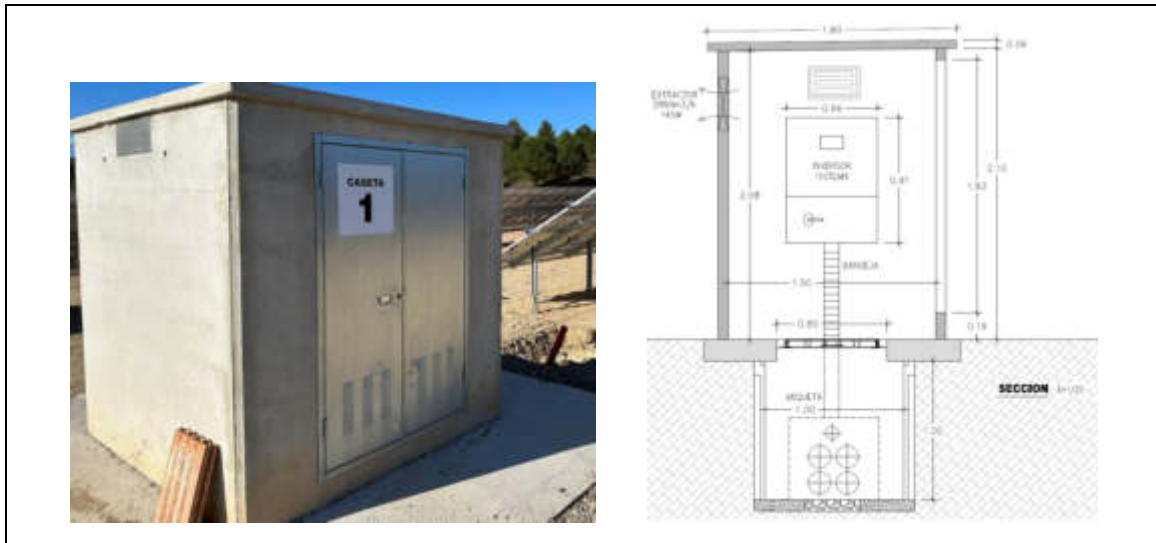
#### **DETALLE ESESTRUCTURA SOPORTE PANELES**



Se proyecta la instalación del inversor en el interior de una caseta prefabricada (hornacina) de hormigón, situadas en puntos centrales de las agrupaciones de placas, con objeto de minimizar el trazado de las canalizaciones eléctricas.

Las casetas serán prefabricadas de hormigón armado con un peso de 3.250 Kg y unas dimensiones de 2,14\*1,68\*2,18 m (ancho\* profundo\* alto), dotado de puerta de acceso de dimensiones 1,20\*1,83 m formada por plancha metálica galvanizada dotada de rejilla de ventilación; la caseta dispone de losa de cimentación de hormigón armado de dimensiones 2,30\*1,85\*0,16 m:

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”.



Debajo de la losa de hormigón existirá una arqueta de 1,00\* 1,00\* 1,00 m, a la cual llegarán las canalizaciones subterráneas de las canalizaciones, con huecos de acceso de los cableados a la caseta.

Las canalizaciones de los circuitos, serán:

### **Cable de corriente continua:**

Canalización subterránea bajo tubo TPC-DN90, una vez en la caseta técnica de emplazamiento del inversor, con cables alojados en bandeja metálica Rejiband de superficie.

### **Cables de corriente alterna:**

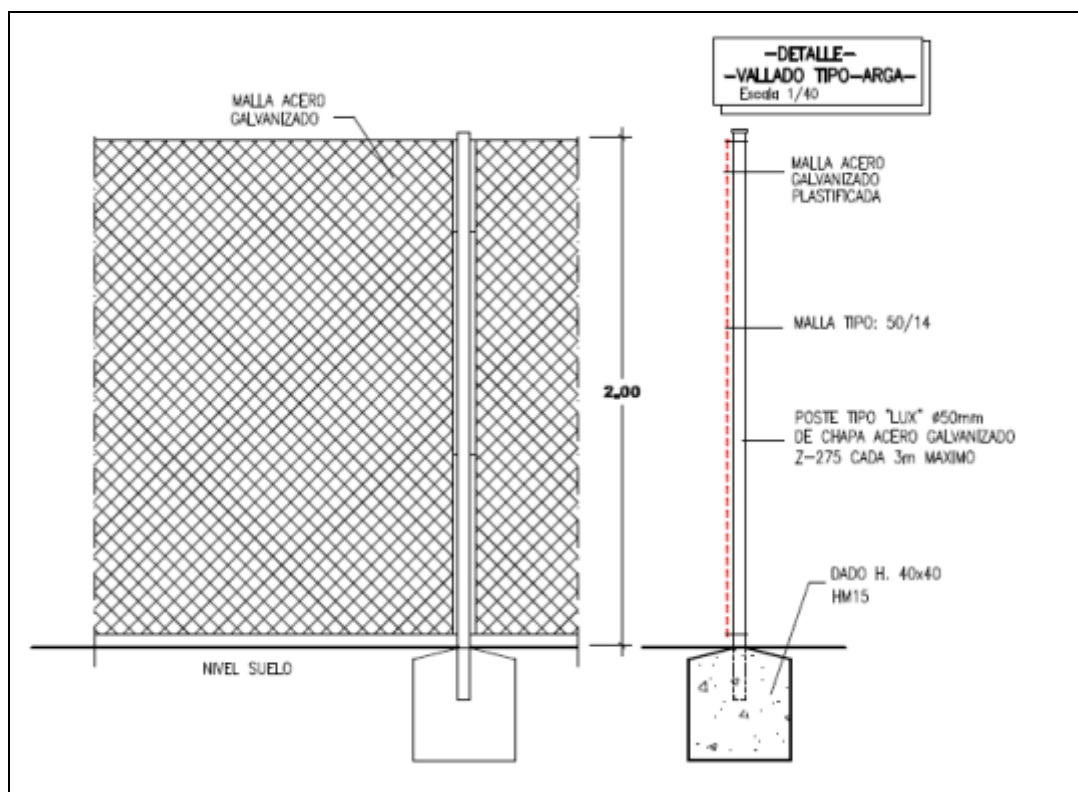
Montaje en canalización subterránea tubos TPC-160 desde caseta hasta cercanía del Centro de Transformación de la Compañía Suministradora denominado “Cerro de Santiago”.



PROYECTO DE INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”.

PROYECTO DE INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”.

PROYECTO DE INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”.



#### 4. Marco normativo de referencia (planeamiento, planes sectoriales, etc.

...

##### 4.1.Ley del Paisaje de La Rioja

La Ley de Paisaje de La Rioja aún cuando no ha entrado en vigor en el momento de la elaboración de este estudio, hace que lo más coherente es que sea tenida en consideración. Así, se ha integrado el contenido y alcance de los estudio de integración paisajística que establece la ley en la elaboración de este estudio.

La ley del Paisaje prohíbe con carácter general los proyectos de elevado impacto paisajístico, los cuales quedan recogidos en el artículo 13.3, y dentro de los cuales no se encuentra este proyecto:

- a) *Las construcciones de una altura superior a veinticinco metros.*
- b) *Las extracciones que ocupen un volumen total superior a 200.000 m<sup>3</sup>/año, excepto dragados fluviales y en aguas de transición*
- c) *Cualquier actuación que ocupe una superficie superior a cinco hectáreas, excepto proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación de regadíos, concentraciones parcelarias, repoblaciones forestales con especies autóctonas, instalaciones de vertederos de residuos no peligrosos no incluidos en el grupo 8 del anexo I y II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.*

- d) *Las líneas eléctricas con un voltaje igual o superior a sesenta y seis kilovoltios y una longitud superior a quince kilómetros, excepto las líneas aéreas de contacto de las infraestructuras ferroviarias.*
- e) *Las instalaciones para la utilización de la fuerza del viento para la producción de energía (parques eólicos) que tengan cinco o más aerogeneradores, o que tengan más de quince megavatios de potencia instalada, o que se encuentren a menos de dos kilómetros de otro parque eólico en funcionamiento, en construcción, con autorización administrativa o con declaración de impacto ambiental.*
- f) *Las Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar, que no se ubiquen en cubiertas y tejados y que tengan más de cinco megavatios de potencia instalada.*
- g) *Los proyectos que por sí solos, directamente no concurren en alguno de los supuestos anteriores, pero sí lo hacen debido a su sinergia o acumulación con otros proyectos de la zona.*

No se han identificado proyectos en la zona que generen sinergias o efectos acumulativas con el previsto aun cuando está prevista la creación de 3 plantas solares más junto a la actual pero cuya superficie total es 0,724 has y una potencia total conjunta de 399,84 kw<sub>p</sub> (99,96 x4).

## 4.2. Instrumentos de ordenación del paisaje

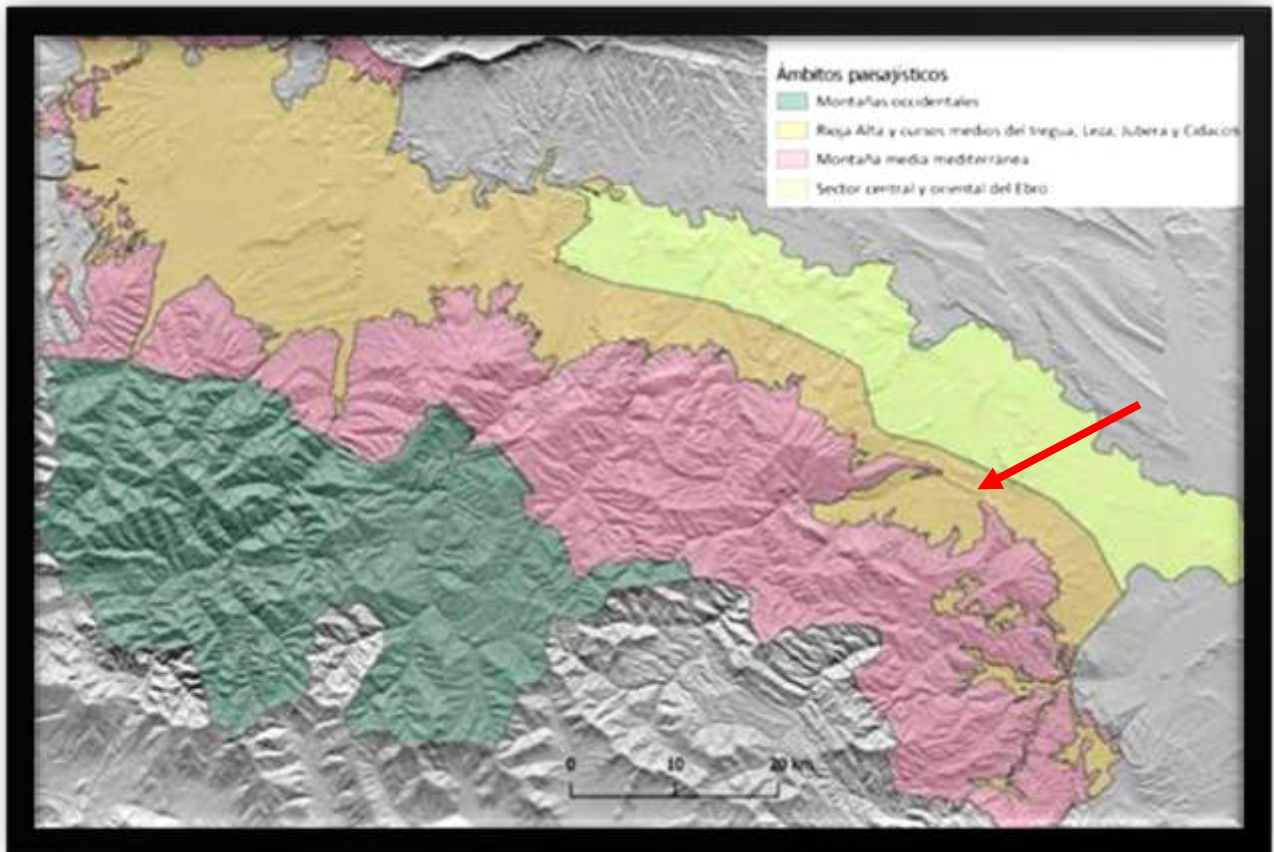
Los instrumentos de ordenación que deben regir todo estudio de integración del paisaje son los propuestos en la Ley del Paisaje en el título III, capítulo I, y se enumeran a continuación, si bien algunos de ellos aun no se han elaborado, aprobado o no están disponibles:

### 4.2.1. Unidades de paisaje

En el momento de la elaboración de este estudio, se han establecido las unidades pero no hay información sobre su definición, por lo que se empleará la información existente que es la realizada por el Departamento de Proyectos y Planificación Rural; Unidad Docente de Planificación y Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (Universidad Politécnica de Madrid), en el periodo: diciembre de 2003; enero a diciembre 2004; y enero 2005.

### 4.2.2. Ordenación territorial en ámbitos paisajísticos

Los ámbitos paisajísticos están formados por una o varias unidades de paisaje, cuyos límites establecen el área territorial mínima que debe ser considerada y analizada en los planes y proyectos de afectación paisajística. Estos ámbitos están grafados en el anexo I de la Ley del Paisaje:



Según la imagen anterior, el proyecto se sitúa en el ámbito paisajístico *Rioja Alta y cursos medios del Iregua, Leza, Jubera y Cidacos*

#### 4.2.3. Determinación de Paisajes Relevantes

Se consideran Paisajes Relevantes: los Paisajes Singulares, Paisajes Sobresalientes, Paisajes Protegidos, así como a los Paisajes Culturales y singularidades paisajísticas.

Estos paisajes están recogidos en el “Inventario y Caracterización de Paisajes Singulares y Sobresalientes de La Rioja”, continuación del Estudio y Cartografía del Paisaje en La Rioja.

#### 4.2.4. Catálogo de Paisaje

Este documento, aún sin elaborar, es de carácter descriptivo y prospectivo de la tipología de los distintos paisajes de La Rioja, identifica las principales características, su estado de conservación y los objetivos de calidad que deben cumplir

#### 4.2.5. Objetivos de calidad paisajística

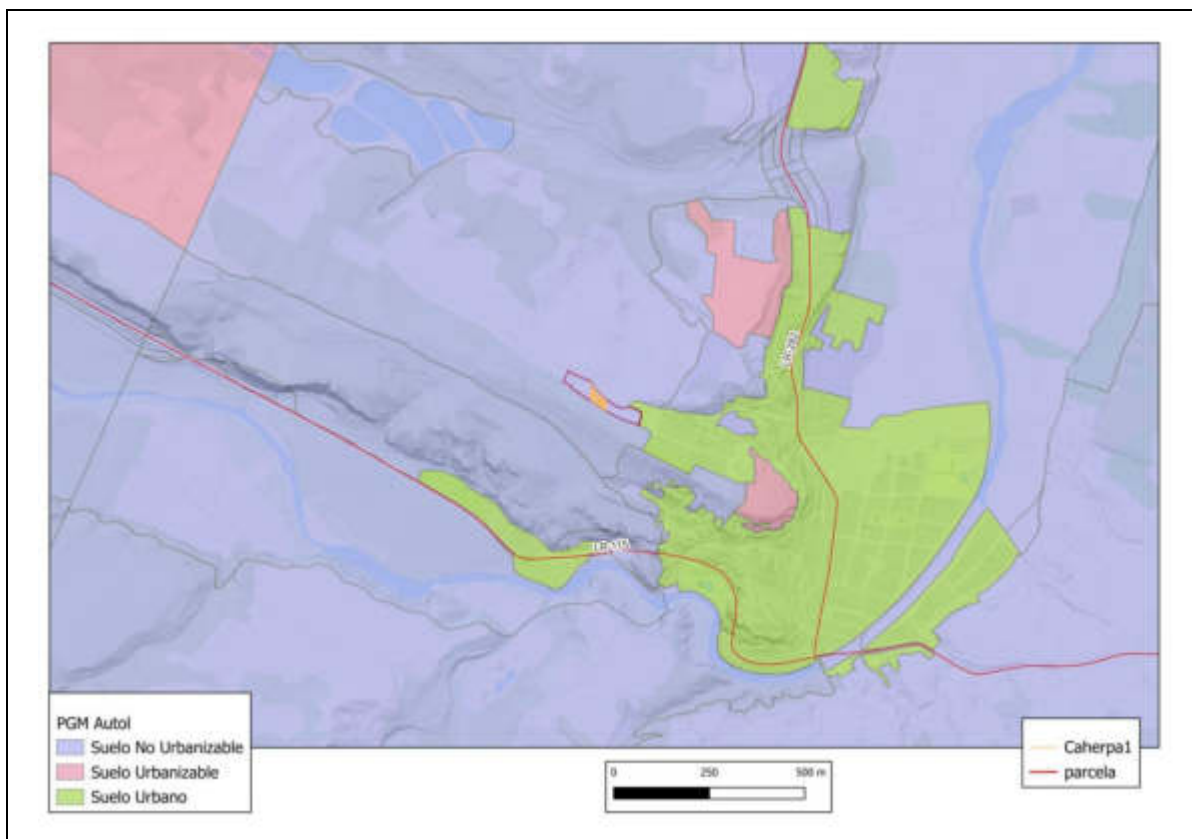
Los objetivos de calidad paisajística, aún sin definir, se fijarán por la Consejería competente.

#### 4.2.6. Directriz de Paisaje

Instrumento de carácter normativo, a aprobar mediante Decreto, basado en el Catálogo de Paisaje, que define y precisa las pautas de actuación a seguir con el fin de cumplir los objetivos de calidad paisajística.

### 4.3.PGM Autol

El proyecto se localiza sobre lo que el PGM de Autol, aprobado en 1999, por tanto no adaptado ni a la LOTUR ni a la Directriz de Protección de Suelo no Urbanizable de La Rioja, califica como Suelo no urbanizable genérico.



#### 4.4. Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja (DPSNULR)

La Directriz de Protección de Suelo No Urbanizable de La Rioja en su Artículo 19 “Estudio básico de integración paisajística”. Establece la siguiente obligación:

*1. Los usos autorizables y autorizables condicionados, deberán presentar junto a la solicitud de licencia un estudio básico de integración paisajística que contendrá junto a las características del proyecto y su emplazamiento, los documentos que definen el proyecto tales como, alzados, secciones, plantas, volumetría, colores, materiales y otros aspectos relevantes, en relación a las características naturales del espacio donde se pretende implantar.*

*2. El estudio básico de integración paisajística deberá ser informado favorablemente por la Consejería competente en materia de paisaje u organismo que la tenga atribuida.*

Se considera uso autorizable, entre otros, los indicados en el artículo 20: “Definición y contenido de categorías de actividades y usos autorizables”, entre las que se indica específicamente:

*6. Construcciones e instalaciones vinculadas a actividades industriales*

*e) Instalaciones o construcciones industriales de producción de energía*

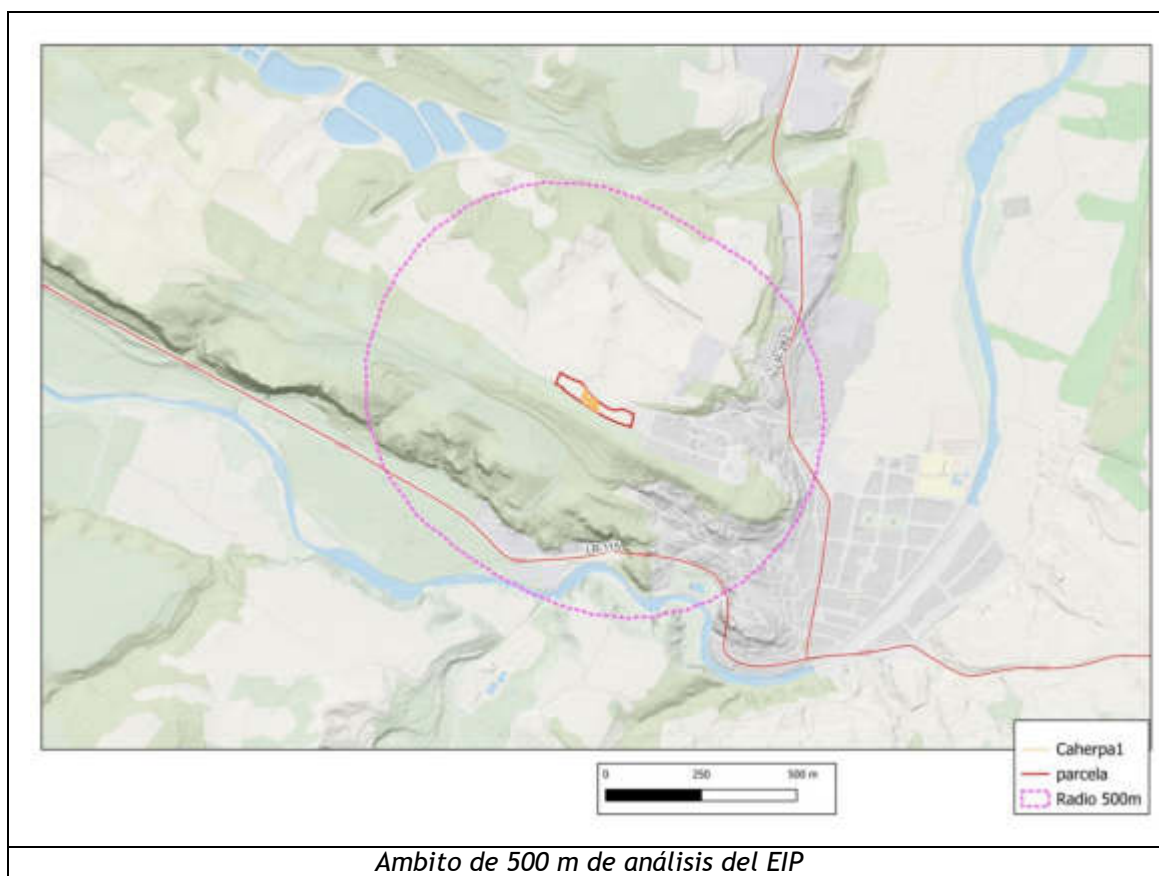
## 5. Alcance

La delimitación del ámbito de análisis se lleva a cabo considerando la magnitud física del proyecto. En este caso la magnitud se considera moderada, ya que se trata de una planta solar fotovoltaica de 1.400 m<sup>2</sup> y de alturas máximas: 2,10 m (caseta), 2,05 m (paneles) y 2m (vallado).

La delimitación del ámbito de análisis se lleva a cabo considerando la magnitud física del proyecto. En este caso la magnitud se considera baja, ya que se trata de una superficie afectada de 1.400 m<sup>2</sup>, con una planta solar que ocupa 525 m<sup>2</sup>, por lo que se toma un ámbito de estudio de 500 m en torno al área de estudio, que podría ser considerado como el correspondiente a los proyectos con afección a menos de 10 has<sup>1</sup> y que puede representarse adecuadamente a una escala 1:10.000.

---

<sup>1</sup> Guía para la elaboración de estudios de integración paisajística en la Comunidad Autónoma del País Vasco. 2016.



## 6. Caracterización del paisaje.

### 6.1.Descripción del estado del paisaje, incluyendo los principales componentes

El paisaje de La Rioja ha sido analizado a través de varios estudios de modo que se han inventariado 215 unidades de paisaje. Estos estudios han sido encargados por el Gobierno de La Rioja y realizados por el *Departamento de Proyectos y Planificación Rural; Unidad Docente de Planificación y Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes* (Universidad Politécnica de Madrid), en el periodo: diciembre de 2003; enero a diciembre 2004; y enero 2005.

Dicho estudio se compone de la clasificación del territorio en unidades de paisaje, establecimiento de la calidad y fragilidad visual de las unidades de paisaje, e identificación de singularidades por unidades de paisaje.

En el ámbito del área de estudio está presente 1 unidad de paisaje determinada mediante el estudio mencionado:

Unidad paisaje	Subunidad paisaje	Calidad	Fragilidad
Sierra Tres Tetras (C15)	Carretil	2	4

### 1. Sierra Tres Tetas (C15)

Su carácter es mayoritariamente agrícola. Abarca una superficie de 3021 ha, con una altitud mínima de 390 y una máxima de 800 m.s.n.m (las tres subunidades de paisaje que la componen: Espartal (C15a), Carretil (C15b) y Tres Tetas (C15c)).

Esta pequeña subunidad abarca una superficie de 494 ha. Está situada a una altitud entre los 435 m.s.n.m y los 572 m.s.n.m.

Pertenece en un 65,3% al municipio de Quel y en un 34,7% al municipio de Autol, sin presencia de núcleos urbanos en su interior.

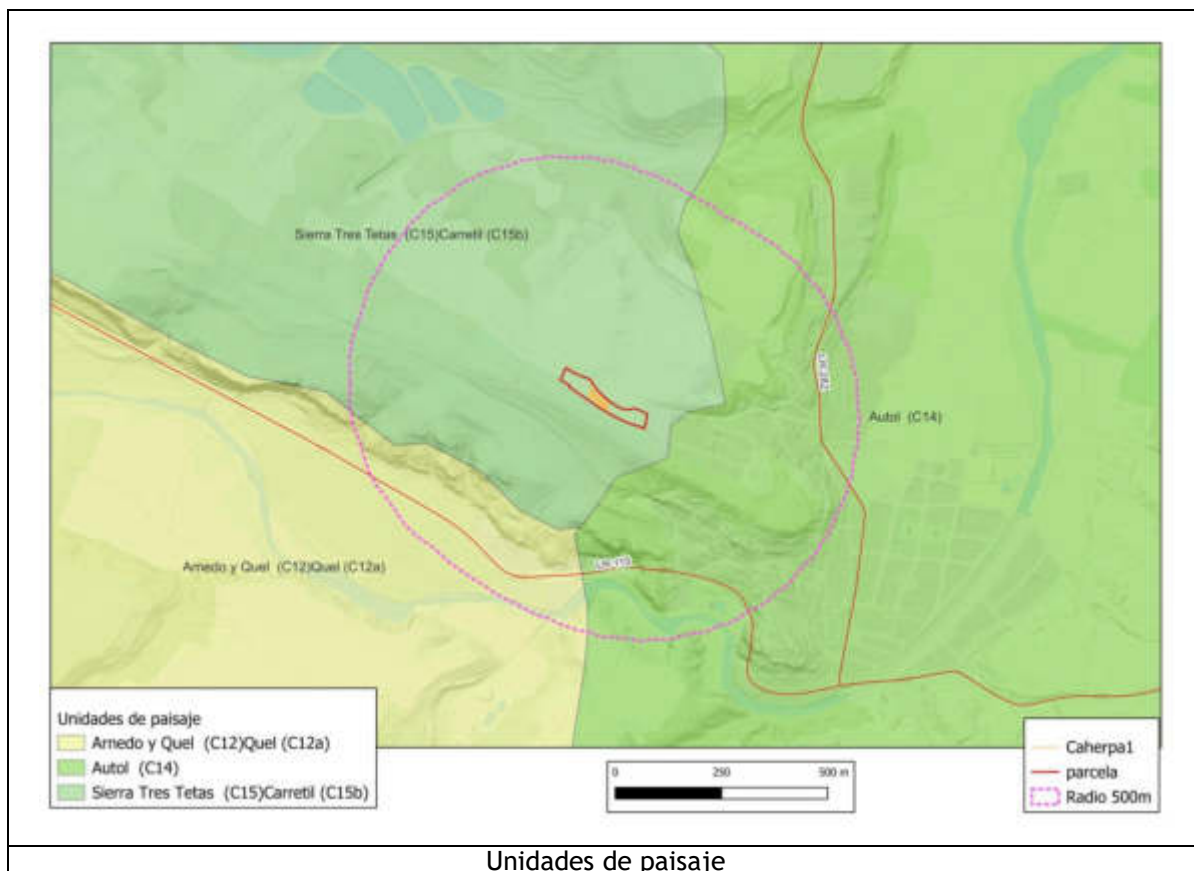
Discurre por ella el barranco del Carretil. La laguna de Vadallengua, o Balsa de Quel, está presente en la subunidad.

La geología predominante está constituida por: areniscas, limolitas y conglomerados del oligoceno, y conglomerados y areniscas del oligoceno.

Los principales tipos de vegetación y usos del suelo presentes son mosaico de cultivos, y matorral esclerófilo mediterráneo poco denso.

No presenta carreteras ni pistas forestales y se accede a ella a través de 2 km de vías pecuarias comarcales.

En el área en estudio únicamente está representado uno de los elementos descritos: los cultivos.



## 6.2. Valores paisajísticos

### 6.2.1. Recursos paisajísticos

Partiendo de la información publicada por el Gobierno de La Rioja “Inventario y Caracterización de Paisajes Singulares y Sobresalientes de La Rioja”, continuación del Estudio y Cartografía del Paisaje en La Rioja, se establecen los siguientes recursos paisajísticos en el ámbito del EIP:

**Paisaje Singular:** es aquel extraordinario, raro o excelente cuyo valor emana de sus características intrínsecas.

**Paisaje Sobresaliente:** aquel que se distingue o destaca entre otros similares, apreciando su calidad de forma comparativa con el resto.

**Singularidad paisajística:** aquellos espacios del territorio, que presentan singularidad, por su rareza o excelente valor o por ambos, pero que sus dimensiones no permiten clasificarlo como paisaje, de forma que en sí mismo no hace paisaje, pero que aporta singularidad al paisaje al que pertenece.

**Singularidad cultural:** aquellos elementos generalmente arquitectónicos, que presentan singularidad por su rareza o excelente valor, y que en sí mismos no constituyen paisaje, pero que aporta singularidad al paisaje que los contiene.

El resultado del análisis realizado indica que:

- Paisajes sobresalientes: no localizados en la zona en estudio.
- Paisajes singulares: no localizados en la zona en estudio.
- Singularidades paisajísticas:
  - Cultural: Núcleo de Autol
  - Fisiográfica:
    - Cortados de Quel y Autol
    - El Picuezo y la Picueza.
  - Prácticas Tradicionales: Huerta del Cidacos
- Singularidades culturales: no localizados en la zona en estudio.

### 6.2.2. Recursos naturales

En la zona están presentes los siguientes recursos reconocidos a través de las figuras de protección ambiental siguientes:

- Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizable de La Rioja (DPSNULR):
  - ✓ PG-03 Cortados de Quel Autol
  - ✓ RR-08 Río Cidacos
  - ✓ EA-09 Área Agraria del Cidacos

El proyecto no se encuentra dentro de ningún espacio de ordenación de la Directriz(DPSNULR), pero sí el ámbito del estudio visual.

- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

No hay hábitats de la Directiva , prioritarios o no, en el área del estudio, por tanto, tampoco en el área donde se sitúa el proyecto.

#### **6.2.3. Elementos de interés geológico**

El IGME incluye buena parte del municipio, incluido el área del proyecto, dentro del Yacimiento paleontológico del Mioceno de Autol sin indicar ubicación precisa por razones de seguridad y al que califica de alto valor paleontológico y científico pero bajo interés turístico.

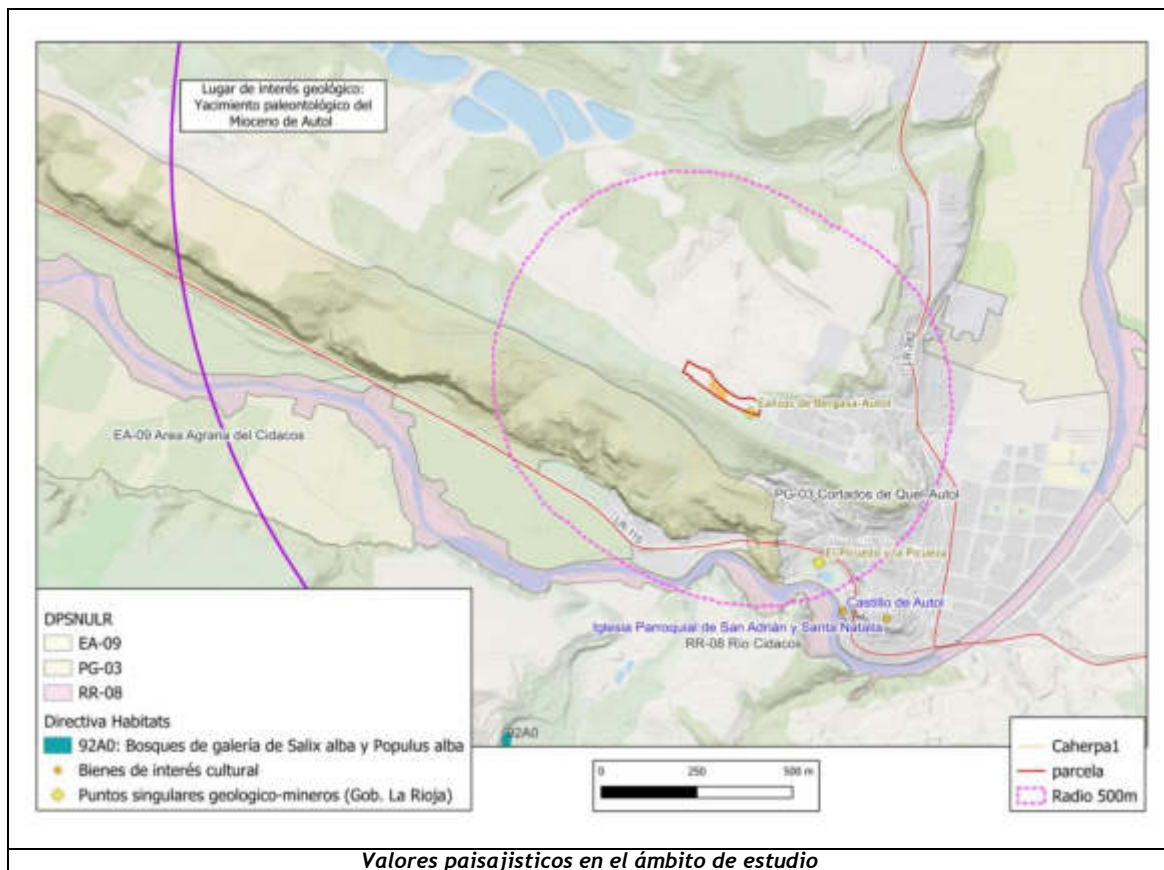
El Gobierno de La Rioja, además, establece dos puntos singulares geológico mineros: El Picuezo y la Picueza del que habla a continuación y las Calizas de Bergasa Autol de las que su propia ficha establece que son series sedimentables singulares pero no son un punto de interés.

#### **6.2.4. Bienes de Interés cultural:**

No hay presentes yacimientos o elementos de interés cultural en el área de estudio según se desprende del catálogo del PGM. No obstante dicho catálogo sí incluye el Picuezo y la Picueza como formaciones calizas resultantes de la erosión, de interés escultórico, paisajístico y simbólico

Aunque no están dentro del radio de estudio, hay dos BICs próximos a este y que se localizan en el casco urbano de Autol: El castillo de Autol y la Iglesia de San Adrián y Santa Natalia.

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA “CAHERPA-1”.



### 6.3. Análisis de visibilidad (estudio de cuenca visual)

Una vez definido el ámbito de estudio se ha obtenido la cuenca visual del proyecto objeto de este estudio en relación a los principales puntos de observación situados dentro del radio de estudio.

Los puntos de observación principales son aquellos lugares representativos desde dónde se percibe el paisaje y que cuentan además con una mayor afluencia de público:

- Principales vías de comunicación, considerándolas como punto de observación dinámico que definen secuencias de vistas.
- Núcleos de población.
- Áreas recreativas, turísticas y de afluencia masiva

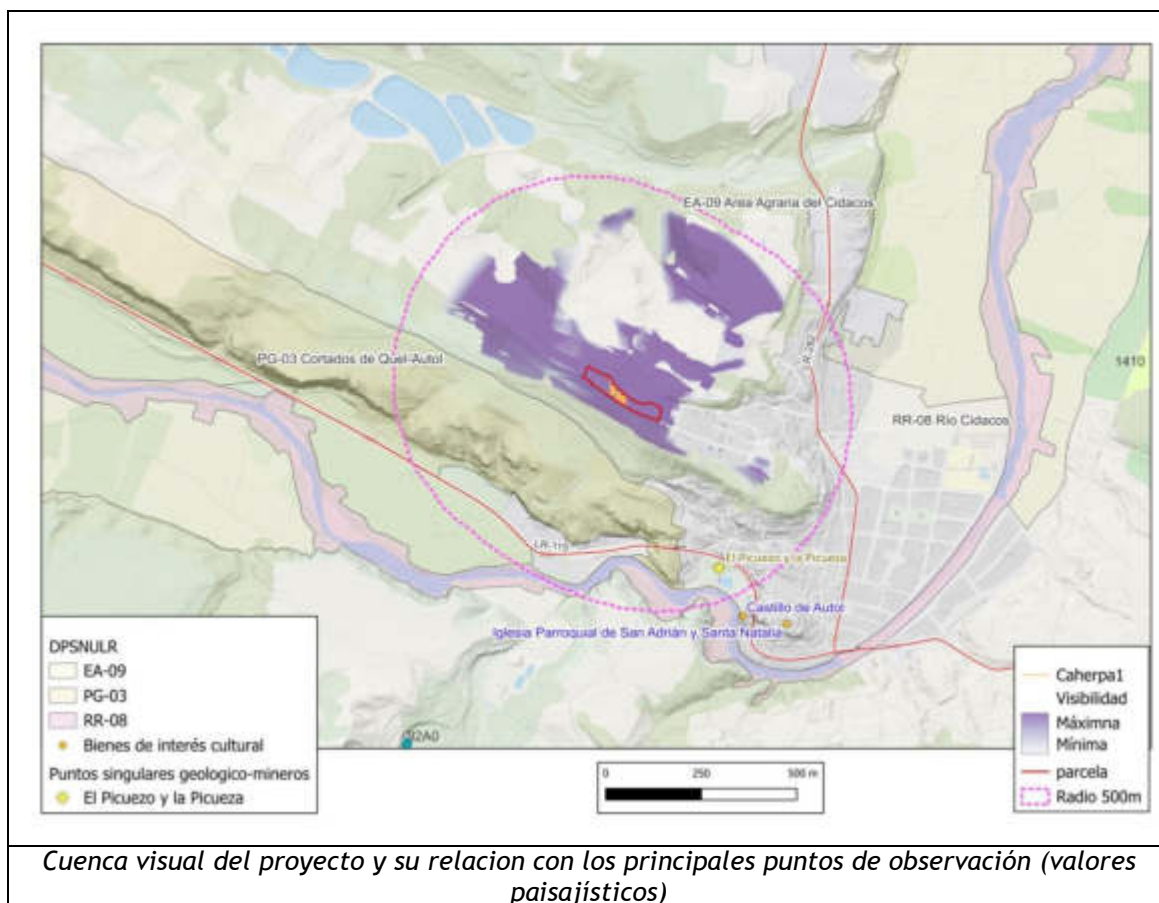
Son representativos en la zona, según la definición anterior:

- Carreteras:
  - LR 115 y LR-282
- Núcleos de población:
  - Autol

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".

- Áreas recreativas, turísticas o de afluencia masiva: Se descartan aquellos elementos que se sitúan dentro de núcleos urbanos o/y que no reciban afluencia masiva:
  - El Picuezo y la Picueza

El análisis de visibilidad muestra cuales de esos elementos están incluidos y con qué intensidad:



Por tanto, según la imagen anterior, el proyecto no es visible ni desde las carreteras ni desde el resto de puntos de interés identificados.

#### 6.4. Calidad y fragilidad del Paisaje

Para poder evaluar el paisaje y conocer la magnitud del impacto que se puede generar sobre él es necesario conocer tanto la calidad visual como la fragilidad paisajística. En primer lugar, se define la calidad de un paisaje como el mérito o valor del recurso visual que según cada caso pueden alcanzar mérito o no para ser conservado, este mérito se evalúa a través de sus componentes y características visuales.

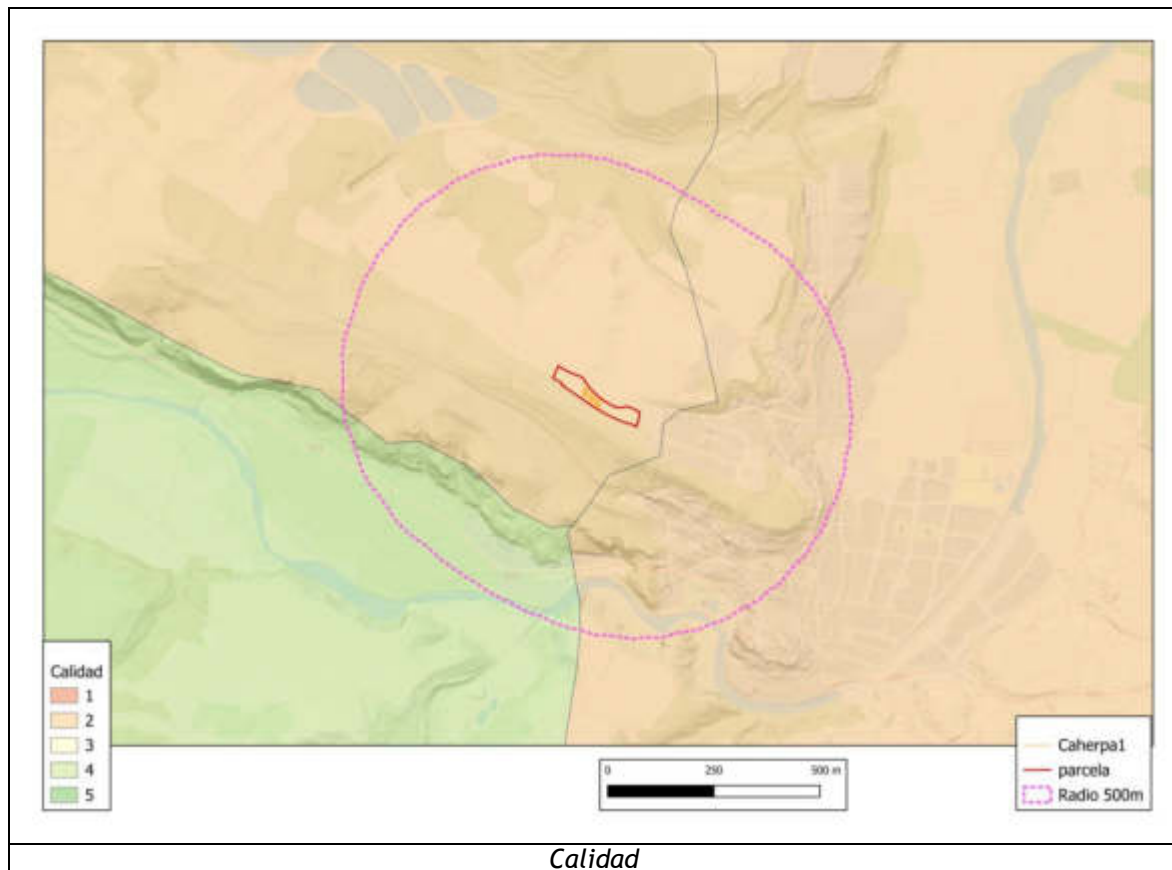
La fragilidad visual es el conjunto de características del territorio relacionadas con la capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas o a la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él.

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".

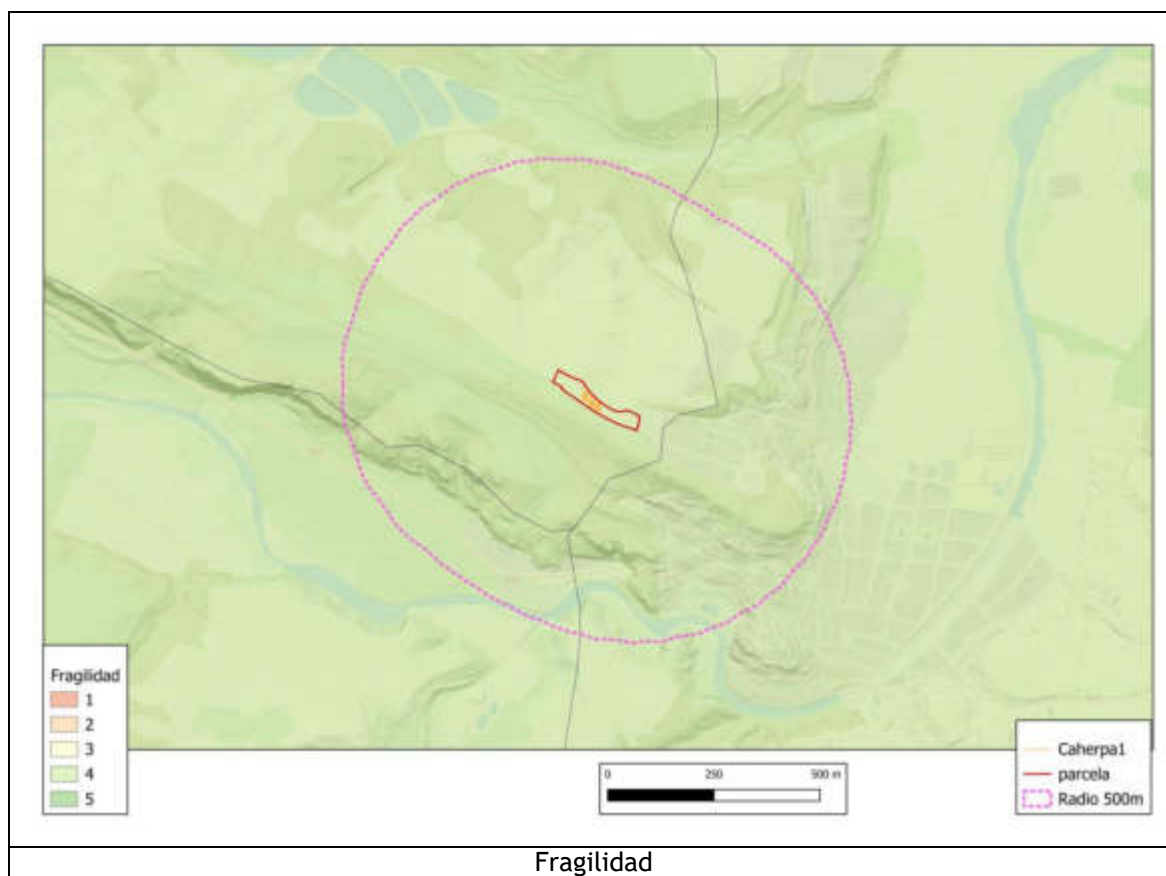
La Calidad Visual y Fragilidad Visual de la unidad de paisaje presente según el análisis realizado por la Universidad Politécnica de Madrid (2004) para el Gobierno de La Rioja es el siguiente:

Unidad paisaje	Subunidad paisaje	Calidad	Fragilidad
Sierra Tres Tetos (C15)	Carretil	2	4

La calidad presenta valores bajos (escala 1 a 5) y, la fragilidad, medio (escala 1 a 5).



PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".



La unidad de paisaje donde se sitúa el proyecto presenta valores de calidad bajos y de fragilidad altos, por tanto, el valor intrínseco del paisaje no reviste especial interés pero es sensible a los cambios en el mismo.

#### 6.5. Estudios de sinergias con proyectos existentes o de previsible existencia en un entorno cercano.

Debe hacerse notar que el proyecto de la planta fotovoltaica se desarrolla en una parcela donde se prevé la instalación de 3 parques solares más de iguales características de potencia instalada y electricidad producida, que van a compartir algunas instalaciones, como el vallado y línea de evacuación. Por tanto, se producirá un impacto acumulativo pero no sinérgico.

*Simulación del conjunto de las 4 PFV*

El suelo urbano del municipio es adyacente a la parcela por lo que el trazado de la línea de evacuación es el mínimo necesario para abastecer los puntos de consumo, ya que estos se hallan en suelo así clasificado.

## 7. Criterios y medidas de integración paisajística

### 7.1. Impactos potenciales

Un proyecto es susceptible de producir impactos en el paisaje, en el medio ambiente. Los impactos sobre el paisaje dependerá de los valores paisajistas presentes así como de la calidad y fragilidad del mismo y de las propias acciones del plan como, por ejemplo, alteraciones topográficas.

Respecto a los impactos sobre el medio ambiente hace mención a la potencial afectación los ecosistemas mediante su degradación o fragmentación o la creación de barreras que afecten a la fauna o flora y las personas, como parte constituyente del medio ambiente que también somos.

Una vez descrito el proyecto y los valores paisajísticos del medio, puede predecirse que no se producen impactos en el paisaje tal y como refleja la cuenca visual obtenida y una vez identificados los puntos de observación relevantes en base a los elementos de interés presentes.

Respecto a los impactos ambientales, dadas las reducidas dimensiones del proyecto la no necesidad de instalaciones auxiliares que den lugar a otros impactos, y su ubicación (fuera

de áreas protegidas, espacios naturales, áreas recreativas,...) no se prevén tampoco impactos.

Dicho de otro modo los impactos potenciales previstos serían:

- **Afección elementos del paisaje (fragmentación degradación)**

No se prevé la fragmentación del paisaje. Se trata de una construcción no visible desde los principales puntos de observación situados a una distancia tal que sea perceptible.

- **Adaptación a la topografía del territorio**

La actividad se adapta a la topografía del terreno. No se requiere de movimientos de tierras salvo los mínimos necesarios y de escasa magnitud) que alteren la topografía de manera apreciable.

- **Continuidad ecosistemas**

Al tratarse de un proyecto situado dentro de extensa área agraria, dentro de la cual ocupa una reducida extensión, y que no implica a otras actividades o servicios que aumenten el flujo de personas, tráfico, etc, el proyecto no interfiere en la dinámica actual de los ecosistemas.

- **Continuidad accesos**

La superficie elegida no interrumpe ni corta ni requiere de desvíos de los accesos.

No es preciso crear nuevos accesos, sino que se sirve de los existentes que son suficientes. Tampoco se interfiere en el resto de usos del entorno ya que son usos compatibles con los agrícolas de la zona.

- **Afección áreas de interés**

No hay áreas de interés ambiental o cultural que estén afectadas por las determinaciones del proyecto que afecten al paisaje.

## 7.2. Análisis de alternativas

La planta fotovoltaica presenta un condicionante que afecta a las alternativas posibles. Así, debe estar situada a menos de 2 km de los puntos de consumo para poder ser considerada una instalación de autoconsumo.

Este condicionante permite que la instalación se sitúe en suelo urbano o suelo no urbanizable adyacente de Autol. Se ha optado por la segunda solución debido a que el coste de adquisición de la parcela es menor, hay mayor disponibilidad de terrenos y reúne las condiciones del planeamiento.

Se ha buscado un emplazamiento donde la instalación quede oculta desde los principales puntos de observación, lo que ha llevado a seleccionar un emplazamiento sobreelevado y lo más aislado posible, descartando con ello cualquier ubicación en el valle del Cidacos donde la fragilidad del paisaje es mayor y donde hay mayor presencia de infraestructuras.

Finalmente, el municipio presenta una elevada presencia de figuras de protección, principalmente espacios de ordenación de la Directriz de Protección de suelo no urbanizable y

de paisajes singulares, ubicados ellos en el valle del Cidacos y las zonas de cortados, lo que ha llevado a seleccionar una ubicación fuera de esos espacios en los que, o bien no se permite la instalación o bien las trabas administrativas y las medidas correctoras y preventivas serían mucho mayores.

### 7.3. Justificación de la solución adoptada

Como se deduce del apartado anterior, la ubicación en el Cerro Santiago de la planta solar es una solución adecuada por los siguientes motivos:

- Está más alejada del núcleo de población más cercano (Autol)
- Está más alejada de las vías de comunicación principales
- Se sitúa sobre una meseta elevada lo que impide que pueda ser vista desde emplazamientos próximos y la magnitud del proyecto es irrelevante a distancias mayores.
- El terreno presenta una pendiente muy suave por lo que no se necesitan movimientos de nivelación.
- No hay elementos de interés paisajístico en el área donde se proyecta el nuevo uso
- No hay elementos de interés o valor paisajístico dentro de la cuenca visual y los que hay no reciben afluencia masiva.
- No hay elementos de valor ambiental o ecosistemas de especial valor, ni que formen parte de figuras de protección ambiental.

### 7.4. Estrategias de Intervención

Una buena integración paisajística se materializa en la coherencia entre los valores paisajísticos preexistentes y la actuación, y ésta sólo se consigue mediante la combinación de diversas estrategias

Las estrategias de integración paisajísticas pueden agruparse en cuatro grandes grupos:

#### Ocultación

Estrategia de integración paisajística que consiste en cubrir, o enmascarar, total o parcialmente la visión desde los principales puntos de observación, de ciertos elementos del proyecto que puedan generar un impacto negativo sobre el paisaje o sean disonantes con el entorno y el fondo escénico.

Este tipo de estrategia conlleva, según el caso, el aprovechamiento de la geomorfología local existente, el uso de pantallas vegetales o elementos acordes del entorno.

#### Singularización

Estrategia de integración paisajística que se basa en la creación de un nuevo paisaje, a partir de la presencia de un elemento nuevo y las relaciones que se establecen entre éste y los elementos del paisaje preexistente.

La singularización, en contraposición con la ocultación, persigue que la actuación se distinga, se particularice del entorno, estableciéndose nuevas relaciones formales y plásticas, dando lugar a una lectura del paisaje renovada

#### Mimetización

Estrategia de integración paisajística basada en una disolución del proyecto en el paisaje en el cual se ubica. La idea es fusionar los elementos del proyecto con los elementos existentes en el paisaje, mediante una imitación total o parcial de las formas, texturas y colores, de manera que el proyecto se acabe confundiendo con el entorno y se establezca así una imagen continua.

Este tipo de estrategia se puede llevar a cabo mediante, por ejemplo, el uso de tipologías edificatorias, materiales de construcción y gamas cromáticas que favorezcan una percepción integrada de los nuevos elementos que introduce el proyecto con el fondo escénico

#### Naturalización

Estrategia de integración paisajística que consiste en recuperar la naturalidad o bien recrear un estado natural que contribuya a la conservación y mejora de las principales funciones ecológicas del paisaje preexistente, yendo más allá del mero apantallamiento o mimetización del proyecto con el entorno.

### **8. Justificación estrategia elegida**

Las acciones a llevar cabo consisten en la ocultación mediante la selección de la ubicación menos expuesta que le ofrece la topografía del terreno. En la imagen siguiente se lleva a cabo una simulación de la instalación (azul claro) en la parcela (línea roja) y las áreas desde la que es visible (morado) en la que se aprecia que no es visible desde el núcleo urbano (línea verde) ni las carreteras (línea amarilla), ni ningún otro elemento de interés, por lo que la ocultación parece ser la estrategia necesaria y suficiente para la integración de la instalación en el entorno.



*Fotomontaje*

PROYECTO DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 99,96 KWp DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES, NO ACOGIDA A COMPENSACIÓN- NO UN ÚNICO CONTRATO, DENOMINADA "CAHERPA-1".

El proyecto se integra adecuadamente en el entorno. La topografía del terreno y los usos preexistentes contribuyen a ello.

El entorno carece de valor paisajístico y no hay elementos de interés o especial valor histórico, cultural o ambiental.

Por todo lo anterior, se considera que las medidas de integración basadas en la ocultación son adecuadas y suficientes para el proyecto de instalación de una planta solar fotovoltaica.

En julio de 2025

BUSTILLO  
RAMIREZ JOSE  
ANTONIO -  
16562164W

Firmado digitalmente por  
BUSTILLO RAMIREZ JOSE  
ANTONIO - 16562164W  
Fecha: 2025.07.04  
14:12:08 +02'00'

