



Hibridación cogeneración
existente con Parque Solar de
9.152,00 kW y
Almacenamiento de Baterías
de 5,6 MWn
“COALSEMA”

(Autoconsumo con vertido de excedentes)

MADRID
IZQUIERDO
O ENRIQUE
-
05905519
Q

Firmado
digitalmente por
MADRID
IZQUIERDO
ENRIQUE -
05905519Q
Fecha:
2025.12.30
16:54:43 +01'00'

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
ANEXO I. Calculo estructural.....	28
ANEXO II. Justificación de capacidad portante de estructura de cubierta	35
ANEXO III. Cálculos eléctricos.....	39
ANEXO IV. Hojas de datos	56
ANEXO V. Pliego de condiciones técnicas	95
ANEXO VI. Presupuesto por partidas	113
ANEXO VII. Estudio básico de seguridad y salud	117
ANEXO VIII. Gestión de residuos	141
ANEXO IX. Plan de control de calidad	147
ANEXO X. Manual de uso y mantenimiento.....	157
ANEXO XI. Planos.....	164

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Compañía Alavesa de Secado de Madera, S.A. ha proyectado la construcción de una Planta Solar fotovoltaica (PARQUE SOLAR COALSEMA) de 9.152,00 kW y Almacenamiento de Baterías (en adelante ALMACENAMIENTO COALSEMA) de 5,8 MW, incluyendo su conexión en 30 kV con la infraestructura de 30 kV existente en servicio, propiedad de Compañía Alavesa de Secado de Madera, S.A., para autoconsumo de fábrica y venta de excedentes en el término municipal de Berantevilla (Álava) en hibridación con la Cogeneración existente con Motores de Combustión Interna a Gas Natural y que reducirá ostensiblemente sus horas de funcionamiento. Dicho proyecto ha sido apoyado por el programa RENOCOGEN del IDAE en su Primera Convocatoria del Programa de Incentivos para proyectos de producción de electricidad y calor a partir de energías renovables en sustitución de producción a partir de combustibles fósiles, en el marco del «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia – Financiado por la Unión Europea–NextGenerationEU».

La implementación del proyecto contribuirá al desarrollo sostenible y, por consiguiente, colaborará a mitigar el cambio climático a través de la generación de energía limpia, reduciendo la dependencia de compra de suministro de combustibles fósiles en el exterior en mercados caracterizados por la alta volatilidad y tendencia alcista al funcionar la cogeneración en momentos puntuales.

1.2. Objeto del proyecto

Se pretende conseguir un ahorro de energía, mediante la hibridación de la Cogeneración existente de 7.276 kW con 4 motores de Combustión Interna con la instalación de un sistema fotovoltaico y un sistema de almacenamiento de baterías para autoconsumo con ventas de excedentes en la parcela de Compañía Alavesa de Secado de Madera, S.A..

Para lograr dicho objetivo se ha optado por que una parte del consumo habitual del centro proceda de una fuente de energía renovable, como es la energía solar fotovoltaica. El presente proyecto tiene por objeto especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas del Sistema Fotovoltaico y Sistema de Almacenamiento de Baterías proyectado para satisfacer la demanda base de electricidad que tiene lugar en el emplazamiento.

1.3. Cliente/Promotor

Razón social: Compañía Alavesa de Secado de Madera, S.A.

C.I.F.: A01236348

Domicilio social: Carretera Miranda-Treviño s/n Km. 5, Berantevilla (1211)

1.4. Técnico responsable de proyecto

Proyectista: Enrique Madrid Izquierdo.

Ingeniero Industrial

Colegiado nº: 19.569 COIIM

Firmado
digitalmente por
MADRID
IZQUIERDO
ENRIQUE -
05905519Q
Fecha: 2025.12.30
16:55:53 +01'00'

1.5. Datos generales del proyecto

Proyecto: Hibridación Cogeneración existente con Instalación fotovoltaica y almacenamiento de baterías en régimen de autoconsumo con vertido de excedentes y sin compensación.

Emplazamiento: Carretera Miranda-Treviño s/n Km. 5, Berantevilla. Álava (1211)

Referencia catastral: 0140113450A00000000

Potencia Cogeneración existente 7.276,00 kWn

Nº de Registro RIPRE: RE-98D-488

CUPS: ES0217901000011315BW

Potencia Parque Solar: 9.152,00 kWn

Potencia Sistema de Almacenamiento Baterías: 5,6 MWn

1.6. Descripción general de la instalación

Un sistema solar fotovoltaico ayudará a reducir el consumo eléctrico durante las horas diurnas debido a sus características de producción eléctrica además de cargar con el sobrante el sistema de baterías propuesto para usar esta energía en el resto del día vertiendo el excedente.

El sistema fotovoltaico consta de dos elementos fundamentales: el generador fotovoltaico y el inversor. El generador fotovoltaico es la parte más visible de la instalación y es el encargado de transformar la energía de la radiación solar en energía eléctrica. Está compuesto por uno o varios módulos fotovoltaicos que alimentan el inversor. A su vez, cada módulo está formado por una serie de células fotovoltaicas interconectadas, que son las que realmente producen electricidad en base al efecto fotovoltaico y a las propiedades de los semiconductores.

La energía generada por el campo de módulos fotovoltaicos es energía en forma de tensión y corriente continua, por lo que es necesario adaptar sus valores a la instalación de consumo convencional, para ello se instala un inversor. A dicho inversor le llega tensión y corriente continua procedente del generador fotovoltaico, y la convierte en tensión y corriente alterna que se transforma en 30kV que es la tensión de la barra donde se conecta la planta de cogeneración existente.

El sistema de almacenamiento de baterías se carga de la barra de 30 kV y la procedencia de la energía puede venir de la red y/o del sistema fotovoltaico y/o de la Planta de Cogeneración donde se transforma en 690 V existiendo PCS's que transforman esa corriente alterna en 1.500 V de CC.

En virtud de las tensiones nominales asignadas, tanto en corriente continua como en alterna, la presente instalación eléctrica se clasifica como de TENSIÓN ESPECIAL (Reglamento Eléctrico para Baja Tensión e ITC, Artículo 4.)

	Corriente alterna (Valor eficaz)	Corriente continua (Valor medio aritmético)
Muy baja tensión.	$Un \leq 50V$	$Un \leq 75V$
Tensión usual.	$50 < Un \leq 500V$	$75 < Un \leq 750V$
Tensión especial.	$500 < Un \leq 1000V$	$750 < Un \leq 1500V$

1.7. Legislación y normativa vigente

En la actualidad la normativa de aplicación es la siguiente:

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 (BOE 224 de 18 de septiembre de 2002).
- 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-ley 14/2010 de 23 de diciembre por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre sobre conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley del Sector Eléctrico 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, 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-ley 15/2018 de 5 de octubre, por el que se modifica el artículo referido al autoconsumo de la ley 24/2013 de 26 de diciembre.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas municipales.
- Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta el Código Técnico de la Edificación (CTE).

2. EMPLAZAMIENTO

2.1. Condiciones urbanísticas

El generador fotovoltaico y el sistema de almacenamiento se colocarán sobre las cubiertas de la edificación y sobre suelo disponible en Berantevilla (Álava), según se muestra en los planos adjuntos de proyecto.

El almacenamiento de baterías se dispone sobre 7 contenedores de 10 pies cada uno en las proximidades del edificio de motores de la instalación de cogeneración.

2.1.1. Ocupación en superficie

El generador fotovoltaico se encuentra formado por un total de 13.284 módulos fotovoltaicos. Sin embargo, la instalación de dichos módulos fotovoltaicos no provocará nueva ocupación de superficie, ya que todos ellos se colocarán sobre las cubiertas seleccionadas para su instalación (ver planos de proyecto); así como sobre el terreno libre dispuesto para ello.

Los inversores de la instalación fotovoltaica se alojarán o bien en el casetón de acceso a las cubiertas, o bien en los espacios así destinados para ello; por lo que tampoco provocará nueva superficie ocupada.

Por tanto, la ocupación de superficie no se verá afectada por la ejecución de la instalación fotovoltaica.

La instalación de baterías dispuesta sobre 7 contenedores de 10 pies ocupará una superficie de 150 m².

2.1.2. Suministro de energía eléctrica

La edificación se alimenta a través de la red de distribución de la compañía eléctrica Iberdrola Distribución en 30kV y 50 Hz; desde donde se convierte en 400 V para el suministro a los auxiliares de cogeneración y al consumo de fábrica

2.1.3. Dotación de servicios necesarios

No será necesario ningún suministro provisional durante el tiempo que dure la ejecución de los trabajos de la presente obra

3. PLAZO DE EJECUCIÓN

El tiempo previsto de duración de los trabajos referentes a la ejecución del presente proyecto se estima en 140 días.

4. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.1. Dimensionado del sistema

Los parámetros más característicos que entran en juego a la hora de dimensionar un sistema fotovoltaico para la reducción del consumo eléctrico son:

- Demanda de energía eléctrica que tiene lugar en el emplazamiento durante las horas diurnas.
- Potencia nominal del inversor.
- Potencia pico instalada en el campo fotovoltaico.

La presente instalación de 9.152,00 kW, está formada por 13.284 módulos fotovoltaicos y 26 inversor/es de conexión a red.

4.2. Descripción de los equipos que componen la instalación

Los elementos más importantes que componen la instalación son:

- Módulo fotovoltaico.
- Inversor de conexión a red.
- Estructura soporte.
- Sistema de monitorización.
- Analizador de red
- Protecciones, cableado...

4.2.1. Generador fotovoltaico

4.2.1.1. Módulo

El elemento principal del generador fotovoltaico son los módulos fotovoltaicos. Cada módulo está constituido por varias células de silicio conectadas eléctricamente entre sí, en serie y paralelo, de forma que la tensión y la corriente suministrada por el panel se incrementen hasta ajustarse a los valores deseados.

Los módulos ofrecen una óptima integración de sistema a nivel técnico y económico y son aptos para el montaje en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

Condiciones Generales:

- Módulos fotovoltaicos de alto rendimiento con células de silicio monocristalinas con coeficientes de rendimiento de hasta el 19,6 %.
- Capa anti-reflectante para aumentar la absorción de luz.
- Sólo se entregarán módulos con la potencia especificada o superior para un mayor rendimiento energético.

- Coeficiente de temperatura mejorado para reducir las pérdidas de energía a temperaturas más altas.
- Alto rendimiento energético, incluso a baja irradiación.

Condiciones de Calidad:

Continuos controles garantizan una calidad duradera. Todos los módulos son sometidos a ensayos ópticos, mecánicos y eléctricos:

- Al menos 12 años de garantía de producto.
- Mínimo de 30 años de garantía de rendimiento lineal:
- Un 97.5 % de la potencia mínima de salida especificada durante el primer año

Certificados y Homologaciones:

Todos los módulos han sido probados y certificados de acuerdo con:

- ISO 9001:2015 sistemas de gestión de calidad
- ISO 14001:2015 sistemas de gestión ambiental
- OHSAS 18001: 2007 sistemas de gestión de salud y seguridad laboral
- IEC TS 62941:2016

4.2.2. Estructura soporte

Unirá y dotará de rigidez la asociación serie/paralelo de módulos que compone el generador fotovoltaico. Estará diseñada para soportar las cargas que puedan presentarse en caso de viento, nieve, dilataciones y contracciones debidas a cambios de temperatura, etc.

4.2.2.1. Estructura

Para la presente instalación se propone el empleo del sistema de montaje para instalaciones fotovoltaicas (tanto para cubiertas como para terreno lastrados) tipo marca ADIWATT de montaje rápido y sencillo. En los anexos se adjunta el informe con los cálculos de carga y detalles de la estructura portante.

4.2.3. Inversor de conexión a red

El inversor funciona como conexión entre el generador fotovoltaico y la red eléctrica. Debe seguir la frecuencia y la tensión correspondiente de la red a la que se encuentre conectado. Es importante que la onda de la corriente de salida del inversor sea lo más sinusoidal posible, ya que de este modo se minimiza el contenido de armónicos inyectados en la red interior.

4.2.3.1. Inversor

La potencia disponible del generador fotovoltaico varía con la temperatura de trabajo de las células que lo componen y con la irradiación solar. Para que el inversor extraiga la máxima potencia posible del generador fotovoltaico éste incorpora un dispositivo denominado “seguidor del punto de máxima potencia” (Maximum Power Point Tracker, MPPT). Este dispositivo electrónico cada cierto período de tiempo varía la tensión de entrada del inversor (o tensión de salida del generador fotovoltaico), de modo que el producto $V \times I$ (potencia de salida del generador fotovoltaico) se haga máxima.

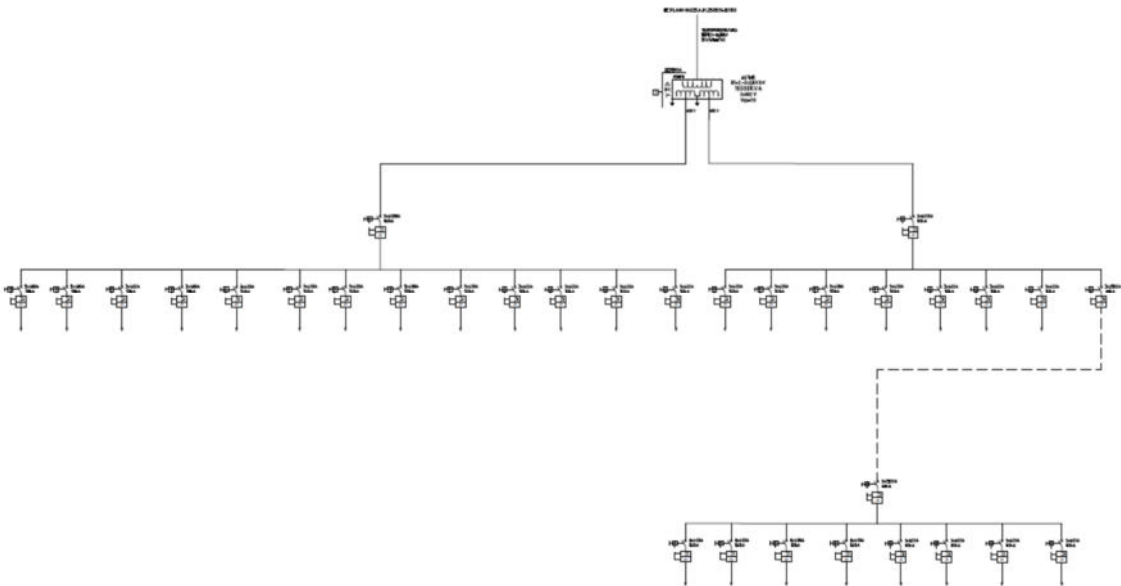
Este inversor no necesita elementos adicionales y permite su desconexión manual de la red.

Lleva incorporado un *datalogger* interno para el almacenamiento de datos al que se puede acceder desde un PC remoto y también in situ desde el frontal del inversor a través de una botonera.

Cuadro resumen de características

Elemento	Nº	Parámetro	Unidad	
Módulo FV	13284	Fabricante y modelo	-	CANADIAN SOLAR TOPBiHiKu7
		Tecnología	-	Bifacial
		Potencia	Wp	715
Estructura Soporte		Tipo	-	Fija (Suelo y cubierta)
		Fabricante	-	ADIWATT
Inversor	26	Tipo	-	String
		Fabricante y modelo	-	SUNGROW SG350HX
		Potencia Activa a 30°C	kW	352
Transformador de Potencia	1	Fabricante		ASTOR
		Tensión	kV	0,8/20
		Potencia	kWA	10.000

El esquema unifilar propuesto es el siguiente:



5.SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Se dispondrá en la instalación de un sistema de almacenamiento que permitirá aprovechar al máximo la energía solar almacenando el excedente de producción cuando el sol no brille.

El esquema general de conexión conectará los paneles fotovoltaicos con el regulador de carga (MPPT), de éste a las baterías que, conectadas con el inversor híbrido (PCS) se dispondrá al consumo/red eléctrica tras su conexión con el cuadro general eléctrico.

Los componentes principales de este sistema son:

- Baterías
- PCS (Sistema de conversión de Potencia)
- Estación de Potencia

5.1 Baterías

La instalación contará con un sistema de almacenamiento SÓCRATES AC690 10 ft disponiendo un rack de baterías tipo LFP (Litio-ferrofosfato) en contenedor de dimensiones 2991 x 2438 x 2896 mm

5.2 PCS (Sistema de Conversión de Potencia)

El PCS será capaz de manejar el rango de voltaje del Rack de baterías, así como la corriente máxima generada, usando inversores bidireccionales capaces de permitir tanto la carga como la descarga de las baterías desde fuentes Dc o DC. También incluirá interruptores y seccionadores de lata capacidad, tanto en DC como en AC que garantice la seguridad y mantenimiento adecuado.

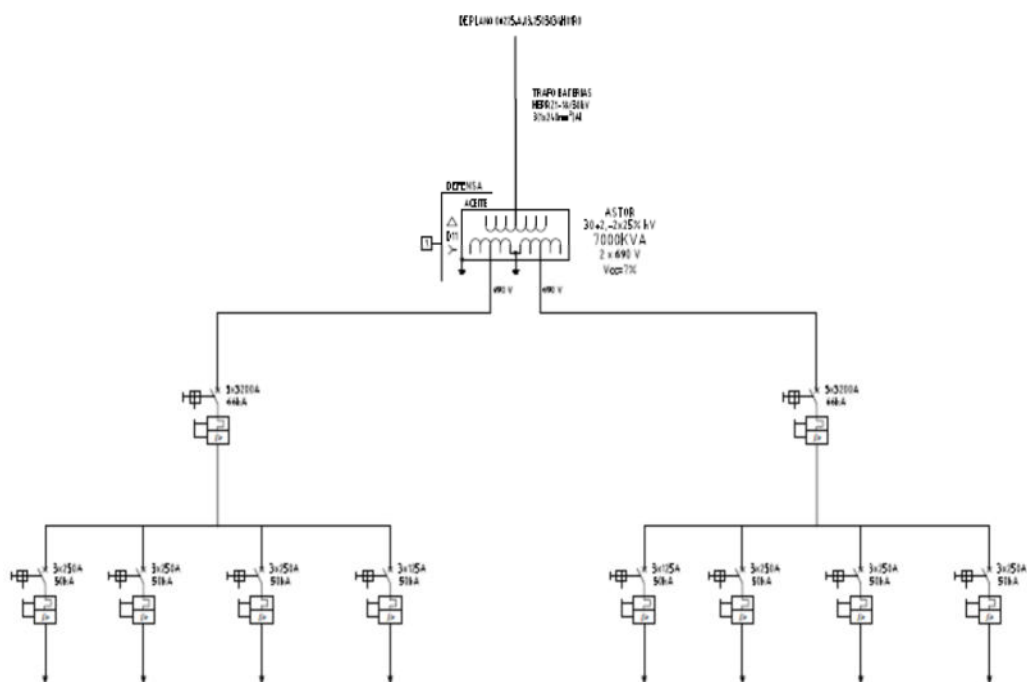
5.3 Estación de Potencia

Incluirá un transformador de 10 MVA's que permita la conexión directa a redes de alta tensión (30 kV), Contará además con un sistema de refrigeración y las protecciones contra sobretensiones correspondientes.

5.4 Cuadro resumen de características

Elemento	Parámetro	Unidad	Valor
Rack de Baterías	Fabricante y Modelo	-	MARSH
	Tecnología	-	Litio-ferrofosfato (LFP)
	Potencia	kVA	200
	Energía	kWh	400
Contenedor de baterías	Tipo	-	Contenedor 10 ft
	Fabricante y modelo	-	MARS SÓCRATES AC690 10ft
	Índice de protección	-	IP 54
	Nº de racks de baterías por contenedor	Qty.	4
	Nº de contenedores	Qty.	7
PCS	Fabricante y modelo	-	ESHV Series (Hopewing)
	Nº de PCS por contenedor	Qty.	4
	Nº de PCS en total	Qty.	28
	Potencia AC a 30 °C	kVA	210
	Potencia activa	kW	200
Estación de potencia	Fabricante y modelo	-	Astor
	Potencia 40 °C	kWA	7.000
	Tensión de entrada	kV	690
	Tensión de salida	kV	30.000
Parámetros de diseño	Temperatura de diseño máxima	°C	55
	Potencia nominal	MW	5,6
	Potencia instalada	MW	5,6
	Energía nominal (Bol)	MWh	11,6
	Energía instalada (Bol)	MWh	11,6
	Autonomía	-	-
	Tiempo de respuesta	ms	-
	Round trip Efficiency (RTE)	%	92.5
	Consumo auxiliar BESS	kVA	200

El sistema unifilar propuesto es el siguiente:



5.5 Sistema de monitorización

El sistema integra un sistema de monitorización fabricado por ISEMAREN. Gestionará las cargas y descargas de las baterías e integrará las medidas

El citado contador se conecta con el inversor para enviarle los datos recopilados y enviarlos a través del *datamanager* al sistema de monitorización.

5.6 Analizador de red

Gracias al dispositivo Carlo Gavazzi EM530 podremos conocer con exactitud el consumo total y enfrentar este consumo a la curva de producción fotovoltaica. Esto permitirá la toma de decisiones de cara al ahorro energético.

5. PROTECCIONES Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PREVISTOS

6.1. Protecciones en la parte de corriente continua

Protecciones incluidas en el inversor

El inversor de conexión a red incluye las siguientes funciones de protección:

- Lleva integrado un seccionador en carga de CC que permite aislar el campo fotovoltaico del resto de elementos que componen la instalación.
- Incorpora un vigilante permanente de aislamiento. Este dispositivo avisa en caso de que se produzca un primer defecto en la instalación, para que sea

reparado antes de que se produzca un segundo defecto, que sí que podría tener consecuencias graves para las personas.

Otras protecciones:

- Los cables o conductores que conforman el cableado de la parte de corriente continua se han dimensionado con la suficiente sección para permitir el paso de la máxima corriente que pueda generar el campo fotovoltaico (corriente de cortocircuito) sin sobrecalentarse ni presentar caídas de tensión superiores a las establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. No obstante, se colocará un fusible de CC en ambos polos de cada una de las ramas del campo de módulos, con el fin de proteger los paneles frente a posibles corrientes inversas.
- Se realizará una configuración flotante del generador, es decir, con sus dos polos aislados de tierra. De este modo, al no existir un camino de retorno para la corriente, esta medida garantiza una protección total para las personas en caso de producirse un primer defecto.
- Esta medida quedará complementada con el vigilante de aislamiento del inversor.
- Como medida de protección adicional a las anteriores, tanto los módulos fotovoltaicos como los conductores serán de Clase II.

6.2 Protecciones en la parte de corriente alterna

Protecciones incluidas en el inversor

El inversor de conexión a red incluye las siguientes funciones de protección:

- Interruptor automático de interconexión, que realiza la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento.
- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um, respectivamente).

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión – fase 1	Un + 10%	1,5 s
Sobretensión – fase 2	Un + 10%	0,2 s
Tensión mínima	Un + 15%	1,5 s

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia, en base a los siguientes límites:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

- El inversor dispone de un transformador de alta frecuencia que garantiza la separación galvánica entre el lado de corriente continua y la red, por lo que avala la máxima seguridad posible.

Otras protecciones:

Se respetarán en todo momento las estipulaciones definidas en el RD 1699/2011; para ello, además de las protecciones incluidas en el inversor, se instalarán los siguientes dispositivos de protección:

- En el punto de entronque de la instalación fotovoltaica con la instalación interior de consumo del edificio, que tendrá lugar en el Cuadro General de Protección del edificio, se colocará un interruptor-seccionador con el fin de poder desconectar de forma manual la planta de acuerdo con los requisitos de la compañía.
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL. En la parte de corriente alterna se colocará un interruptor diferencial tripolar con el fin de proteger a las personas contra posibles contactos indirectos. Dicho diferencial será de una intensidad asignada igual o superior a la del magnetotérmico general con objeto de que sólo actúe en el caso de faltas a tierra, y que tanto las sobretensiones como los posibles cortocircuitos sean despejados por el magnetotérmico.

En nuestro caso el diferencial será de clase AC de 4 polos por 25 A y 300 mA de sensibilidad capaz de soportar una tensión de entre 1.629 V y 1.222 V que es el rango de tensiones en los diversos strings de la instalación

- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO. Interruptor automático magnetotérmico general: Se instalará un interruptor automático magnetotérmico de protección contra sobrecargas y cortocircuitos en la parte de corriente alterna de la instalación. Dicho dispositivo será tetrapolar y capaz de soportar una corriente de cortocircuito superior a la que se pueda presentar en dicho punto.

En nuestro caso el magnetotérmico será del tipo C de 4 polos y 25 A

6.3. Cableado de la instalación fotovoltaica

Se tendrán en cuenta las estipulaciones recogidas en la ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21 e ITCBT-28.

Los cables eléctricos que utilizar serán de cobre, con aislamiento de 0,6/1 kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

6.4. Conductor ZZ-F

Detalles Generales:

- Especial fotovoltaica.

- Norma nacional / europea: UNE-EN 60332-1, UNE-EN 50267-1, UNE-EN 50267-2, UNE-EN 61034, NFC 32-070 (C2).
- Norma internacional: IEC 60332-1, IEC 60754-1, IEC 60754-2, IEC 61034.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV (tensión máxima en continua: 0,9/1,8 kV).
- Instalación al aire libre: permanente.
- Vida útil: 30 años según UNE 60216-2.

Descripción:

Conductor:

- Metal: Cobre electrolítico estañado.
- Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Aislamiento:

- Material: Goma libre de halógenos tipo EI6 según UNE-EN 50363-1 que confiere unas elevadas características eléctricas y mecánicas.

Cubierta:

- Material: Goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio.
- Colores: Negro y Rojo.

Aplicaciones:

- Para aplicación específica en la ejecución de instalaciones fotovoltaicas interiores o exteriores. Adecuado para la conexión entre paneles fotovoltaicos y desde los paneles al inversor de corriente. Es un cable especialmente diseñado para su uso a la intemperie con plenas garantías

Características Principales:

- Sección nominal: $1 \times 6 \text{ mm}^2$
- Diámetro conductor: 8,1 mm
- Peso: 95 kg/km
- Resistencia del conductor a 20° C: 3,39 Ω /km
- Intensidad admisible al aire: 55 A
- Caída de tensión (corriente continua): 14,3 V/A km

Estos conductores se instalarán con la cubierta 2 colores diferentes: Negro y Rojo, lo que permitirá identificar a simple vista los polos positivos y negativos del generador fotovoltaico.

6.5 Conductor RZ-K (AS)

Detalles Generales:

- Norma diseño: UNE 21123-4.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40º C, +90º C (cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

Descripción:

Conductor:

- Metal: Cobre electrolítico recocido.
- Flexibilidad: Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.
- Temperatura máxima en el conductor: 90º C en servicio permanente, 250º C en cortocircuito.

Aislamiento:

- Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.
- Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

Cubierta:

- Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEZ Z1.
- Color: Verde.

Aplicaciones

Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.).

En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de la instalación. Resulta apto para:

- Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14).
- Derivaciones individuales (ITC-BT 15).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
- Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
- Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, RD 2267/2004).
- Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, RD 314/2006, art. 11).

Características Principales:

Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Sección (mm ²)	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)
1x1,5	13,3	4,80	34	2x95	0,206	33,80	2.399
1x2,5	7,98	5,15	44	3x1,5	13,3	8,95	112
1x4	4,95	5,60	58	3G1,5	13,3	8,95	112
1x6	3,3	6,30	80	3G2,5	7,98	9,60	143
1x10	1,91	7,30	121	3G4	4,95	10,10	181
1x16	1,21	8,40	178	3G6	3,3	11,10	243
1x25	0,78	10,00	260	3G10	1,91	13,00	372
1x35	0,554	11,10	349	3x16	1,21	15,35	551
1x50	0,386	12,90	482	3x25	0,78	18,90	845
1x70	0,272	14,70	668	3x35	0,554	21,95	1.195
1x95	0,206	17,25	890	3x50	0,386	27,30	1.703
1x120	0,161	19,00	1.117	3x70	0,272	30,75	2.365
1x150	0,129	21,60	1.406	3x95	0,206	35,90	3.121
1x185	0,106	23,40	1.723	3x120	0,161	43,50	3.983
1x240	0,0801	26,70	2.244	3x150	0,129	44,75	4.920
1x300	0,0641	28,50	2.759	3x185	0,106	50,70	6.083
1x400	0,0486	34,30	3.635	3x240	0,0801	54,35	8.045
1x500	0,0384	36,90	4.653	4G1,5	13,3	8,70	115
1x630	0,0287	44,50	6.408	4G2,5	7,98	9,95	163
2x1,5	13,3	7,75	83	4G4	4,95	10,95	223
2x2,5	7,98	8,45	108	4G6	3,3	12,60	312
2x4	4,95	9,50	148	4G10	1,91	14,40	468
2x6	3,3	10,20	187	4x16	1,21	17,40	726
2x10	1,91	11,85	280	4x25	0,78	21,15	1.105
2x16	1,21	14,10	431	4x35	0,554	24,20	1.504
2x25	0,78	18,10	682	4x50	0,386	29,60	2.276
2x35	0,554	22,05	921	4x70	0,272	35,80	3.055
2x50	0,386	25,70	1.316	4x95	0,206	42,00	4.189
2x70	0,272	29,35	1.798	4G95	0,206	41,20	4.003
4x120	0,161	46,20	5.126	7G16	1,21	21,30	1.171
4x150	0,129	52,65	6.617	8G1,5	13,3	12,10	216
4x185	0,106	55,30	8.098	8G2,5	7,98	13,50	302
5G1,5	13,3	9,90	142	10G1,5	13,3	13,45	269
5G2,5	7,98	10,85	192	10G2,5	7,98	15,40	391
5G4	4,95	12,00	267	12G1,5	13,3	13,80	291
5G6	3,3	13,95	376	12G2,5	7,98	15,45	415
5G10	1,91	15,95	572	14G1,5	13,3	15,55	361
5G16	1,21	19,50	892	14G2,5	7,98	16,55	477
5G25	0,78	23,30	1.302	14G4	4,95	18,35	671
5G35	0,554	26,70	1.802	14G6	3,3	20,80	938
5G50	0,386	33,25	2.705	14G10	1,91	24,40	1.493
5G70	0,272	39,20	3.742	16G1,5	13,3	15,75	377
5G95	0,206	43,20	4.860	16G2,5	7,98	17,55	536
5G120	0,161	48,15	6.176	18G4	4,95	20,50	824
5G150	0,129	52,95	7.632	19G1,5	13,3	17,20	455
6G1,5	13,3	11,15	174	19G2,5	7,98	18,60	619
6G2,5	7,98	12,20	234	24G1,5	13,3	18,20	523
6G4	4,95	13,80	330	24G2,5	7,98	21,05	782
7x1,5	13,3	11,15	189	27G1,5	13,3	18,50	552
7G1,5	13,3	11,15	189	30G1,5	13,3	20,00	635
7G2,5	7,98	12,40	264	32G1,5	13,3	20,20	650
7G4	4,95	14,90	404	37G1,5	13,3	21,05	725
7G6	3,3	16,40	537	37G2,5	7,98	24,95	1.135
7G10	1,91	18,30	790	44G1,5	13,3	24,55	938

6.6. Resistencia de aislamiento de los conductores

La resistencia de aislamiento es una medida del comportamiento eléctrico entre los conductores conectados en circuitos y los materiales aislantes que se encuentran entre estos. Se mide para determinar el grado de protección contra descargas eléctricas y sobrecargas. Un nivel adecuado de resistencia de aislamiento evita efectos indeseados como, por ejemplo, la conducción de corriente entre dos puntos del circuito. Esta resistencia también puede ayudar a prevenir la descarga de electricidad estática.

La resistencia de aislamiento de los cables de la presente instalación es:

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: >160 MΩ

6.7 Canalizaciones

Deben realizarse según lo dispuesto en la ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21 e ITC-BT-28.

Desde la cubierta, el cableado de corriente continua discurrirá hasta el inversor bajo tubo de PVC flexible.

A partir del inversor, el cableado de alterna discurrirá bajo tubo hasta el cuadro general de protección de la edificación situado en la planta baja, en donde se realizará un entronque de la Instalación Fotovoltaica con el suministro interior del edificio.

Los tubos protectores cumplirán con las características mínimas descritas en la ITC-BT-21 para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y	2	-5º C
Temperatura máxima de instalación y	1	+60º C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$
Resistencia a la penetración de agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos		
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

El cumplimiento de las características indicadas en la tabla anterior se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086-2-1 para tubos rígidos, UNE-EN 50.086-2-2 para tubos curvables y UNE-EN 50.086-2-3 para tubos flexibles.

Los tubos tendrán un diámetro que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados alojados, respetando los diámetros exteriores mínimos fijados en la ITC-BT-21. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones: Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos. Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados. La unión de conductores deberá hacerse utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión de tamaños adecuados a la sección de los conductores a conectar. En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión.

6.8. Condiciones técnicas de la instalación

En España están reguladas las condiciones técnicas y administrativas básicas de las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo mediante la siguiente legislación:

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 900/2015, de 9 octubre, por el que se regulen las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias (BOE del 18/09/2002).
- 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 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

- Real Decreto-ley 15/2018 de 5 de octubre, por el que se modifica el artículo referido al autoconsumo de la ley 24/2013 de 26 de diciembre.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

6.8.1. Tipo de instalación

En el artículo 2 de la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RBTE) se establecen tres tipos de instalaciones generadoras: “Las instalaciones generadoras se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, en:

- a) Instalaciones generadoras aisladas: aquellas en las que no puede existir conexión eléctrica alguna con la Red de Distribución Pública
- b) Instalaciones generadoras asistidas: Aquellas en las que existe una conexión con la Red de Distribución Pública, pero sin que los generadores puedan estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto los grupos generadores como la Red de Distribución Pública, quedando la otra fuente como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible, no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que se cumplan los requisitos técnicos descritos en el apartado 4.2.
- c) Instalaciones generadoras interconectadas: Aquellas que están, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.”

En este caso la instalación fotovoltaica planteada es interconectada, ya que trabaja en paralelo con la red de Distribución Pública.

Según la clasificación del RD 244/2019 dicha instalación corresponde a la modalidad de autoconsumo Tipo 51 con excedentes.

6.8.2. Condiciones técnicas de carácter general

El funcionamiento de la instalación fotovoltaica no deberá provocar averías en la red, ni disminuciones de las condiciones de seguridad, ni alteraciones superiores a las admitidas en la normativa de aplicación.

Su funcionamiento no podrá originar condiciones de trabajo peligrosas para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

En caso de que la red quede desconectada de la instalación fotovoltaica, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, ésta no deberá mantener tensión en la línea de distribución.

6.8.3 Condiciones de conexión

El esquema de conexión intentará minimizar las pérdidas en el sistema, y favorecer la seguridad y calidad del suministro, posibilitando el trabajo en isla sobre sus propios consumos (nunca alimentado a otros usuarios de la red).

Debe asegurarse la fiabilidad de las medidas de energía producida y consumida.

El factor de potencia de la energía suministrada a la red será lo más próximo posible a la unidad, y superior a 0,98 cuando la instalación fotovoltaica trabaje a potencias superiores al 25% de su potencia nominal.

6.8.4 Protecciones

El sistema de protecciones de la Instalación Fovoltaica deberá cumplir, entre otros, con las exigencias descritas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. Así mismo también cumplirá con lo previsto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre. En base a la reglamentación aplicable, la instalación deberá contar con:

- Elemento de corte general: debe proporcionar el aislamiento requerido por el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Sus funciones pueden ser cubiertas por otro dispositivo de la instalación generadora que proporcione el aislamiento indicado entre el generador y la red.
- Interruptor automático diferencial: con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento a tierra.
- Interruptor automático de la conexión: para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de anomalía de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. La función desarrollada por este interruptor puede ser desempeñada por el interruptor o interruptores de los equipos generadores. Las funciones del interruptor automático de conexión y el interruptor de corte general pueden ser cubiertas por el mismo dispositivo.
- Protección para la conexión de máxima y mínima frecuencia: los límites permitidos son:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Frecuencia máxima	50,5 Hz	0,5 s
Frecuencia mínima	48 Hz	3 s

En caso de actuar la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor igual o inferior a 50 Hz.

- Protección para la conexión de máxima y mínima tensión entre fases: los límites permitidos son:

Parámetro	Umbral de protección	Tiempo máximo de actuación
Sobretensión – fase 1	$U_n + 10\%$	1,5 s
Sobretensión – fase 2	$U_n + 10\%$	0,2 s
Tensión mínima	$U_n - 15\%$	1,5 s

Estas protecciones pueden actuar sobre el interruptor general o sobre el interruptor o interruptores del equipo o equipos generadores.

Dichas funciones de protección pueden integrarse en el equipo inversor (documentándolo debidamente), de modo que sea éste el que realice las maniobras automáticas de desconexión- conexión.

6.8.5 Puesta a tierra

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica interconectada 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.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la propia instalación fotovoltaica, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones. Esta separación galvánica también puede estar incluida en el propio inversor.

En caso de que el requisito de garantizar la separación galvánica entre la red y la instalación recaiga sobre el inversor de la planta, éste deberá cumplir con las estipulaciones fijadas por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en la “Nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión” publicada, basada en los requisitos técnicos contenidos en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico para Baja

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

6.8.5.1 Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica se conectará directamente a la ya existente del edificio.

El valor de tierra para la localización de la instalación (Berantevilla, Álava) es de:

VALOR DE TIERRA: 5 Ω

Y el cable conductor de puesta a tierra de la instalación fotovoltaica que conectará con la ya existente del edificio tendrá una sección de:

SECCIÓN CABLE P.A.T.: 35 mm

6.8.6 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Los niveles de emisión e inmunidad deberán cumplir con la reglamentación vigente.

6.8.7 Medidas

Se instalarán contadores en cada módulo de generación. Se procederá a la instalación de un sistema de monitorización (ISEMAREN), así como un sistema de análisis de red (Carlo Gavazzi EM530)

7 INSTALACIONES DE INTERCONEXIÓN DE 30 kV.

La incorporación de los nuevos módulos de generación a la instalación en servicio, pasando a ser reconocida como una instalación hibridada, no implica ninguna modificación en las características de las infraestructuras de evacuación existentes que posibilitan la conexión existente en la red de distribución.

Se prevé una línea de conexión interna subterránea de 100 m.l. que una los dos CT's (Transformador y Protecciones), con la barra de 30 kV existente en Coalsema con sus protecciones reglamentarias correspondientes y con celdas de medida para la energía generada tanto en la Instalación Fotovoltaica, como la almacenada y despachada por las baterías.

Normativa:

La elección de los materiales, el diseño y el montaje de la instalación se realizará de acuerdo con lo estipulado en el proyecto y a las normas y disposiciones legales vigentes.

Normas generales:

Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Real Decreto 337/2014, de 9 de Mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

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.

Normas UNE/IEC

Normas particulares:

Decreto 88/2005, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio

CEI 62271 y UNE-EN 62271-2022, relativas a centros de transformación prefabricados.

Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica

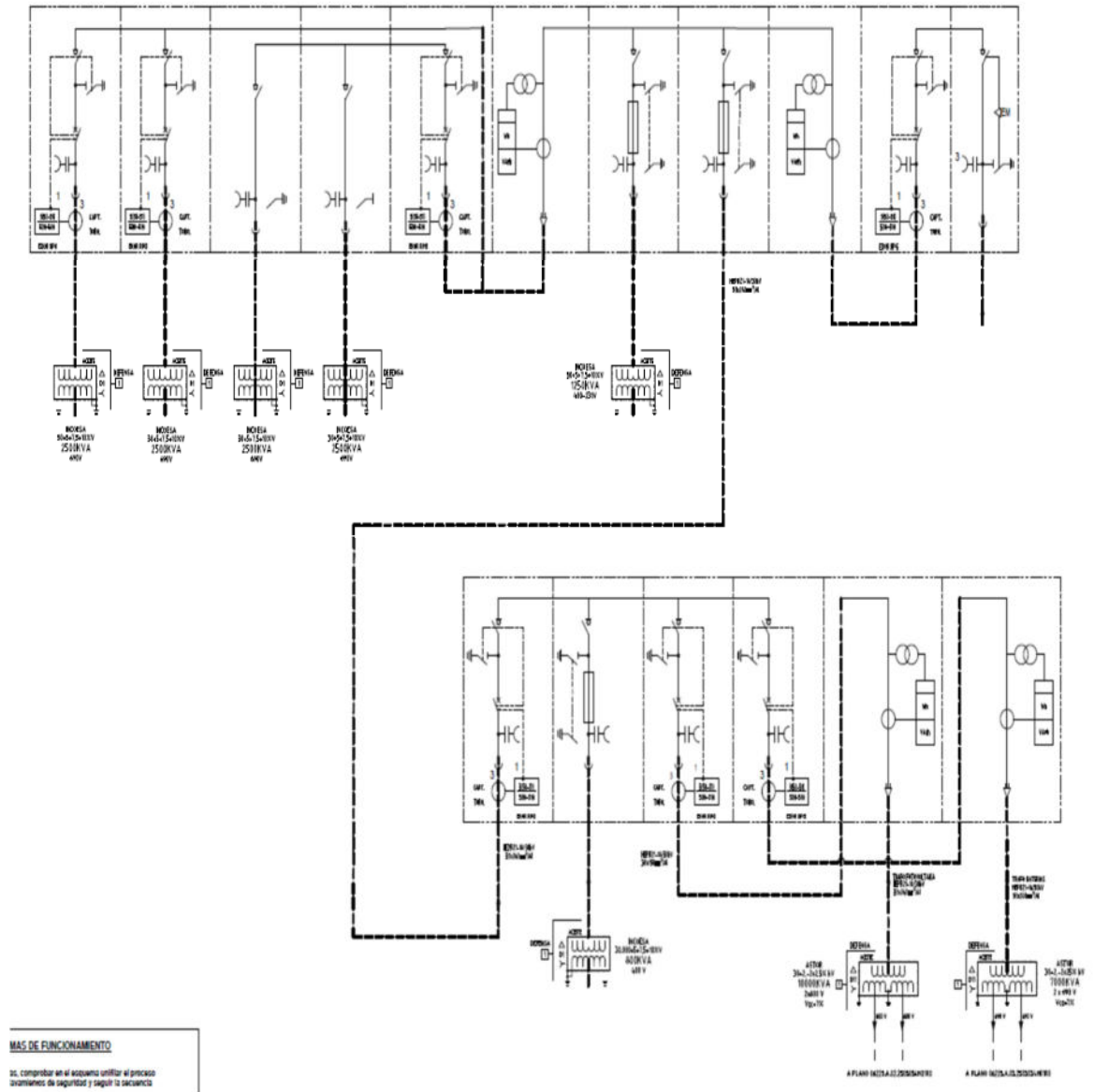
CEI 62271-1 y UNE-EN 62271-1. Estipulaciones comunes para normas de aparamenta de alta tensión.

CEI 62271-200 y UNE-EN 62271-200. Aparamento bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

CEI 62271-102 y UNE-EN 62271-102. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

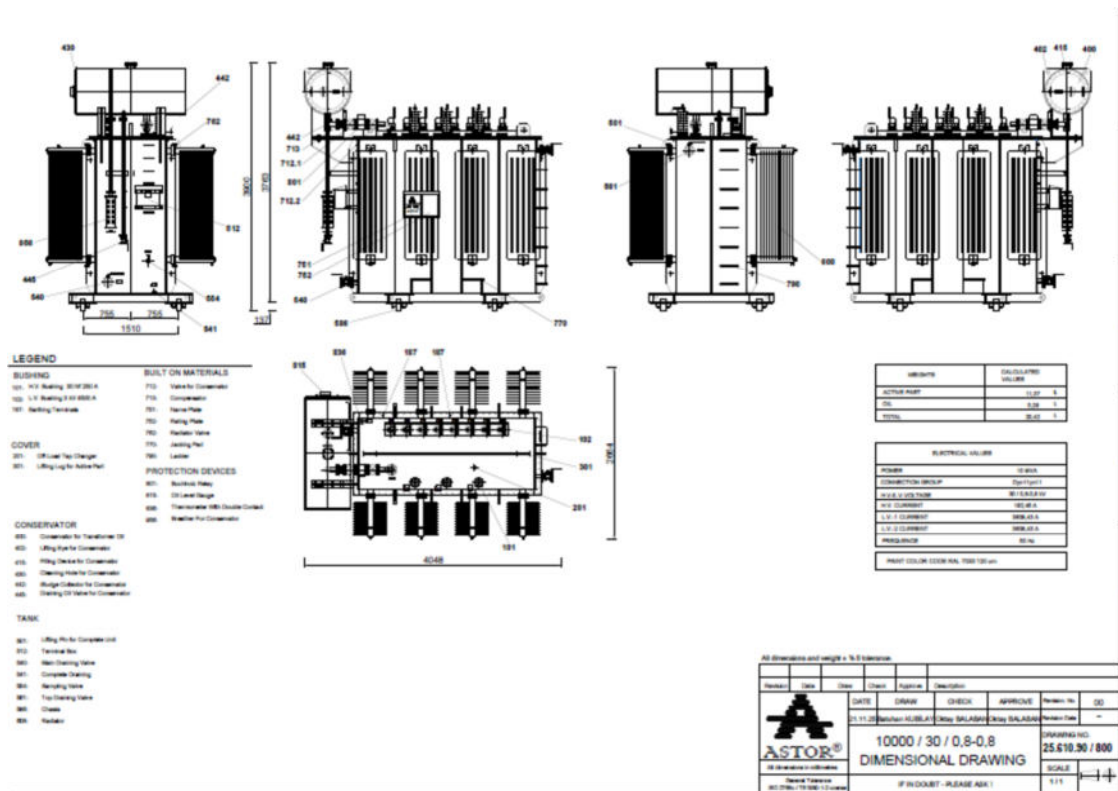
CEI 62271-103 y UNE-EN 62271-103. Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores 52 kV.

El esquema Unifilar Propuesto de conexión al embarrado de 30 kV existente es el siguiente:



Se añaden 2 nuevos CT's a la instalación existente, uno para la Instalación Fotovoltaica y otro para las baterías. Los transformadores que lo componen son los siguientes:

Transformador 30/0,69 kV 10 MVA's:



ANEXO I. Cálculo Estructural

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente documento se confecciona con la voluntad de calcular, en el caso que sea necesario, la estructura portante de los paneles fotovoltaicos.

2. NORMATIVA APLICABLE

- **NBE-AE/88. Acciones en la edificación:** RD 1370/1988, de 25 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-AE/88. Acciones en la edificación".
- **CTE/2006. Código técnico de la edificación:** RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código técnico de la edificación

3. UBICACIONES EN CUBIERTA/TERRENO

Los paneles fotovoltaicos se ubicarán en la forma y detalle que muestra el siguiente cuadro:

Ubicaciones	Sistema Estructural	Tipo de cubierta (o terreno)	Nº de paneles	Altura de cornisa (m)	Altura de petos (m)
1	Advantage/15º (Adiwatt)	Terreno	1.812	0,00	0,00
2	Advantage/15º (Adiwatt)	Terreno	4.116	0,00	0,00
3	Advantage/15º (Adiwatt)	Terreno	2.048	0,00	0,00
4	Advantage/15º (Adiwatt)	plana s/petos	48	5,00	0,00
5	Prima/15º (Adiwatt)	inclinada a 2 aguas	5.260	5,00	0,00

4. CÁLCULO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Para el cálculo del sistema estructural que soporta los paneles nos remitiremos a las determinaciones del Documento Básico SE-AE sobre la Seguridad Estructural y Acciones en la Edificación y tomaremos el caso más desfavorable que se aplicará al resto de ubicaciones.

Calcularemos de forma general el caso más desfavorable dentro de todos los posibles sistemas de fijación de paneles

4.1. Efecto del viento sobre los paneles

Para el caso de las ubicaciones sobre cubierta plana y donde, en virtud de ello, se ha elegido un sistema de anclaje a la cubierta lastrado, será necesario calcular el peso de los lastres que, por imposibilidad de anclar la estructura a la cubierta, deben impedir que los paneles se desplacen y vuelquen sobre la cubierta.

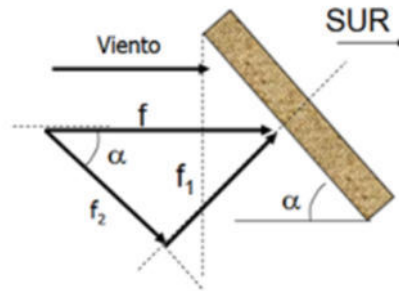
El tipo de anclaje dependerá de su ubicación en el terreno o en cubierta en función de las características de esta.

El tipo de anclaje también va a depender de la presión del viento a la que se vean sometidos los paneles fotovoltaicos.

Como la orientación de los paneles fotovoltaicos será hacia el Sur, el viento que puede suponer un peligro para los mismos es el procedente del Norte.

Para calcular la fuerza, con la que el viento puede actuar sobre los paneles, utilizaremos la siguiente expresión:

$$f = p \times S \times \text{sen } \alpha$$



Donde:

- F = fuerza que ejerce el viento
- p = presión frontal del viento
- α = ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos

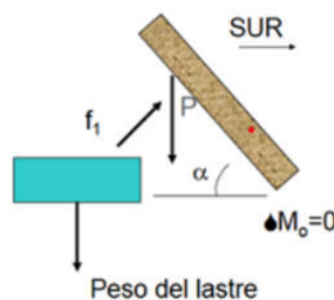
La fuerza f del viento se descompone en sus componentes f1 y f2.

La componente f1, actúa de forma perpendicular al panel fotovoltaico, mientras que la componente f2 lo hace de forma paralela.

Por tanto, será la componente f1 la responsable de provocar el vuelco de los paneles fotovoltaicos.

La fuerza f1, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$f_1 = p \times S \times \text{sen}^2 \alpha$$



Haremos lastrar los paneles fotovoltaicos con un peso igual a la fuerza f1 calculada.

4.1.1. Presión dinámica del viento

El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión:

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

siendo δ la densidad del aire y vb el valor básico de la velocidad del viento.

La densidad del aire depende, en general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m3.

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa siguiente:



El valor correspondiente de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m², 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa.

4.1.2. Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot x (F + (7 \times k))$$

$$F = k \times \ln (\max (z, Z) / L)$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla siguiente:

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

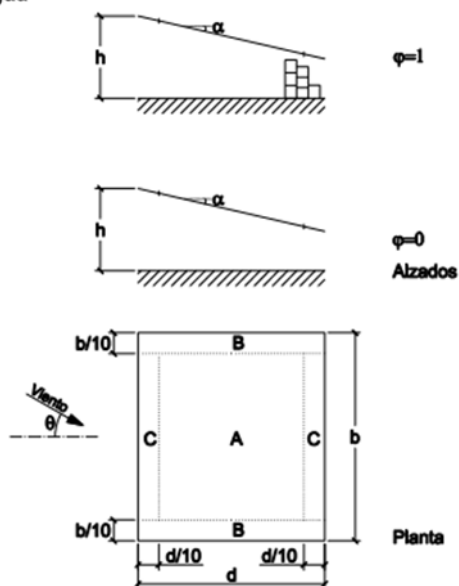
4.1.3. Coeficiente de presión exterior

Los coeficientes de presión exterior o eólico, c_p , dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

4.1.3.1. Módulo aislado

Para el cálculo de la acción del viento sobre cada módulo tomamos los coeficientes correspondientes a marquesinas de un agua determinada en las tablas D.10 del Documento Básico:

Tabla D.10 Marquesinas a un agua

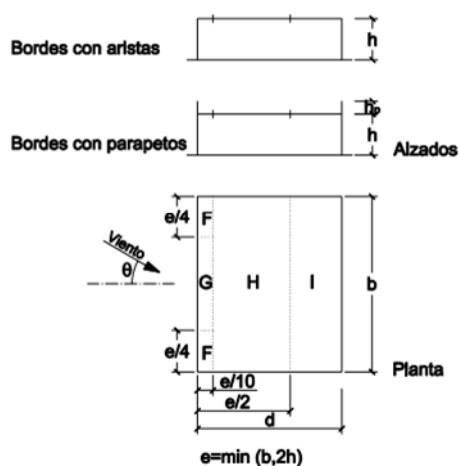


			Coeficientes de presión exterior		
			$c_{p,10}$		
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

4.1.3.2. Conjunto de paneles

Para el efecto conjunto de los paneles situados sobre la cubierta, consideraremos las determinaciones respectivas para el caso de cubierta plana según las tablas D.4:

Tabla D.4 Cubiertas planas



	h_p/h	$A \text{ (m}^2\text{)}$	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

4.2. Cálculo del peso

Para el cálculo de los lastres consideraremos la situación más desfavorable considerando el panel aislado; para a continuación aplicar los coeficientes considerando el efecto del viento sobre la instalación.

Aplicando el método general, pero particularizándolo como si tomáramos un solo panel, calculamos el efecto “marquesina” del viento sobre un módulo fotovoltaico aislado tomando los siguientes datos de la instalación en la ubicación considerada inicialmente:

- Ubicación: 1
- Sistema estructural: Advantage/15º (Adiwatt)
- Tipo de cubierta/terreno: Terreno

- Zona de viento: III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas
- Modelo de panel TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
- Peso del panel: 37,90 Kg.
- Peso estructura por panel: 5,64 Kg.
- Coeficiente eólico: 0,70
- Coeficiente de exposición: 1,93
- Altura de cornisa: 0,00 m.
- Altura de peto: 0,00 m.

4.2.1. Lastrado máximo

Con lo que obtenemos el lastre necesario para contrarrestar el momento generado sobre el panel que, sumado al peso de la estructura y del propio panel, impide el arrastre y vuelco de este:

Peso máximo de lastre por panel = 71 kgs

4.2.2. Corrección efecto solidario de paneles

Considerando la unión de los paneles como uno solo, aplicamos los efectos del viento de éstos en la instalación tal y como determina el DBSE-AE (Tabla D.4).

Según este cálculo, y a partir del máximo del peso de los lastres que se dispondrá para al menos la primera fila del conjunto de los paneles (Zona F-G), el resto de las filas el peso máximo calculado se le aplicará el porcentaje correspondiente a la diferencia de coeficientes establecidos en la norma (Zonas H e I).

De esta manera, y conforme a la disposición zonal de la Tabla D.4 dispondremos los pesos de los lastres de la siguiente manera:

Ubicaciones Zonas	Nº de filas de módulos			Peso de los lastres (kgs/m ²)		
	F-G	H	I	F-G	H	I
1	9	41	40	71,00	27,61	7,89
2	10	45	45	71,00	27,61	7,89
3	9	38	38	71,00	27,61	7,89
4	2	7	7	71,00	27,61	7,89

ANEXO II. Justificación de capacidad portante de estructura de cubierta

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El presente documento tiene por objeto evaluar la integridad estructural del edificio debido a la adición de cargas procedentes de una instalación fotovoltaica.

2. MARCO REGULATORIO

- **NBE-AE/88. Acciones en la edificación:** RD 1370/1988, de 25 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-AE/88. Acciones en la edificación".
- **CTE/2006. Código técnico de la edificación:** RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código técnico de la edificación

3. DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

3.1. Localización

El edificio está situado en Carretera Miranda-Treviño s/n Km. 5, Berantevilla(Álava 1211), con referencia catastral 0140113450A00000000. Y fue construido en el año -, momento en el que regía la NBE-AE/88.

3.2. Documentación existente del edificio

Al no disponer del proyecto del edificio, se considera que se ejecutó de acuerdo con la normativa vigente en -, año de construcción de la edificación.

3.3. Potencia instalada

Se pretende ejecutar una instalación de 9.152,00 kW.

3.4. Instalación sobre cubierta

En el presente proyecto se dispondrán los grupos de paneles con ubicaciones diferentes, donde en cada caso se instalarán con los siguientes sistemas estructurales:

Ubicaciones	Sistema Estructural	Tipo de cubierta	Nº de paneles
1	Advantage/15º (Adiwatt)	Terreno	1.812
2	Advantage/15º (Adiwatt)	Terreno	4.116
3	Advantage/15º (Adiwatt)	Terreno	2.048
4	Advantage/15º (Adiwatt)	plana s/petos	48
5	Prima/15º (Adiwatt)	inclinada a 2 aguas	5.260

4. ANÁLISIS DE CARGAS

4.1. Sobrecarga de uso

Sobrecarga debida al peso de todos los objetos que puedan gravitar por el uso, incluso durante la ejecución.

Se puede acudir a la Categoría G1 de la Tabla 3.1 del capítulo 3 del Documento Básico de Seguridad Estructural-Acciones en la edificación para sobrecargas de uso en cubiertas con inclinación inferior a 20°. La carga permitida será de 1kN/m² ≈ 100 kg/m².

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

⁽²⁾ En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

⁽³⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_k se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

4.2. Evaluación sobrecargas de uso

4.2.1. Cubierta plana

Como se especifica en la memoria se instalarán los módulos especificados más adelante de dimensiones 238,40 cm x 130,30 cm x 3,50 cm con un peso total de 37,90 kg/módulo. La estructura portante de los paneles tiene un peso máximo de 5,64 kg/módulo. El peso de los lastres fijados a la estructura portante varía en cada módulo en función de su

exposición al viento, por lo que resumiremos el peso total por cada ubicación, lo que queda plenamente explicado en el apartado de cálculo estructural anterior.

Aplicando cada uno de estos pesos por el número de paneles existentes en cada ubicación, obtenemos los siguientes pesos totales sobre cubierta; así como la sobrecarga por metro cuadrado sobre el área ocupada de cubierta:

Ubicaciones	Peso total en cubierta (kgs)	Área de cubierta (m ²)	Nº de paneles	Sobrecarga (kgs/m ²)	CUMPLIMIENTO
4	3.261,19	399,00	48	8,17	SI

Como se puede comprobar la sobrecarga de uso total en cada ubicación es significativamente menor que la sobrecarga de uso permitida por la normativa (100 kg/m²).

4.2.2. Cubierta inclinada

En los casos de paneles fijados sobre cubierta inclinada (hasta 20º de inclinación) para los sistemas Óptima y Prima (Adiwatt) la sobrecarga sobre el tejado es mucho menor que el modelo calculado anteriormente; ya que prácticamente no existe la presión del viento a barlovento; el sistema estructural es más liviano y no es necesario usar lastres de fijación.

Solo en los casos de cubiertas comprendidas entre los 20º y 40º donde el límite normativo se reduce hasta un máximo de 40 kg/m², la máxima sobrecarga por metro cuadrado que puede ejercer los paneles fijados a la cubierta no superará los 25 kg/m² (máximo de 20 kg/m² de sobrecarga por el panel y 4 kg/m² de la estructura de fijación)

5. CONCLUSIONES

Atendiendo a lo expuesto en los puntos anteriores, podemos afirmar que la instalación propuesta es viable desde el punto de vista estructural y no compromete la integridad estructural del inmueble.

ANEXO III. Cálculos eléctricos

1. ESTUDIO ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO

El presente estudio eléctrico fotovoltaico se realiza en función de la información que, suministrada por el INSTALADOR, nos determinan los parámetros facilitados por éste, analizando el caso más desfavorable de las instalaciones proyectadas y aplicando estos criterios al resto de instalaciones.

Es de tener en cuenta que, al decidir la dimensión de las instalaciones dentro del mismo proyecto, se realizará ésta en virtud de que todas las instalaciones sean lo más similares y equiparables posible, de manera que al imponer los cálculos de la más desfavorable esto no suponga un excesivo sobredimensionamiento del resto de instalaciones.

En primer lugar, estudiaremos los parámetros eléctricos del inversor y como éstos determinan el número de strings que podemos tener en cada entrada y el número de módulos que podemos conectar en cada string. Para hacer esto con la rigurosidad que merece, hay que tener muy claro el efecto que la temperatura tiene sobre los paneles, siendo conscientes que ésta no le afecta de igual manera a la tensión, a la intensidad o a la potencia.

Los parámetros eléctricos del inversor que debemos comprobar son los siguientes:

- **Potencia máxima:** es la potencia máxima que admite el inversor de los paneles. Este valor suele estar entre un 15 y un 50 % de la potencia nominal. Este parámetro limitará el número máximo de paneles.
- **Corriente máxima:** La corriente máxima del panel no debe de sobrepasar la corriente máxima admitida por el inversor.
- **Corriente de cortocircuito:** Es la máxima corriente eléctrica (I_{SC}) que puede llegar al inversor sin que éste sufra daños. La marcada por el modelo de panel nunca debe de ser superior a la especificada como máxima por el fabricante del inversor.
- **Voltage:** El voltaje máximo y mínimo de funcionamiento de cada MPPT del inversor nos va a determinar el mínimo y máximo de paneles que pueden componer los strings conectados a éste.

Así pues, con estos criterios, obtenemos unos valores de mínimos y máximo número de paneles y de strings que podemos conectar en nuestro inversor.

Estas comprobaciones las aplicaremos para todos y cada uno de los inversores que utilicemos en la instalación. Detallaremos el proceso de cálculo para una de ellas y, para el resto, presentaremos una ficha resumen al final del capítulo.

1.1. Cálculo detallado del primer inversor

Para el primer inversor detallamos las características del fabricante, tanto del módulo fotovoltaico como del inversor a utilizar en la instalación:

MÓDULO FOTOVOLTAICO (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

Para el cálculo siguiente también necesitaremos especificar las condiciones climáticas de donde se instalarán los paneles:

CONDICIONES CLIMÁTICAS (Carretera Miranda-Treviño s/n Km. 5, Berantevilla)	
Zona climática	Álava
Estación meteorológica más cercana	Lalastra
Temperatura ambiente máxima: T_{max} (°C)	37,90
Temperatura ambiente mínima: T_{min} (°C)	- 7,40
Velocidad del viento media (m/s)	11,40
Velocidad del viento máxima (m/s)	28,30
Velocidad del viento de cálculo (m/s)	26,00

Con todo ello pasamos a realizar las comprobaciones técnicas correspondientes:

1.1.1. Corrientes de cortocircuito y máximas

Comprobamos que la corriente de cortocircuito del panel no sobrepasa la del Inversor:

$$I_{SC} (\text{panel}) = 18,64 \text{ A} < I_{SC} (\text{inversor}) = 60 \text{ A}$$

Por otro lado, la corriente máxima

$$I_{MP} (\text{panel}) = 17,63 \text{ A} < I_{MPPT} (\text{inversor}) = 40 \text{ A}$$

1.1.2. Voltaje máximo y mínimo

Paneles mínimos para que se produzca el arranque del inversor:

$$\text{Mínimo paneles (por MPPT)} = V_{MPPTmin} / V_{MP} \text{ (1 panel)}$$

$$550,00 / 40,60 = 13,55, \text{ es decir } \underline{\underline{14 \text{ Uds. Mínimo por MPPT}}}$$

Máximo de paneles que podemos conectar por cada MPPT:

$$\text{Máximo de paneles (por MPPT)} = V_{MPPTmax} / V_{OC} \text{ (1 panel)}$$

$$1.500 / 48,50 = 30,93, \text{ es decir } \underline{\underline{30 \text{ Uds. Máximo por MPPT}}}$$

1.1.3. Potencia máxima

Para calcular el máximo de paneles conectados al inversor utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Máximo paneles por inversor} = P_{max} (\text{entrada inversor}) / P_{max} \text{ (1 panel)}$$

$$352.000 / 715 = 492,31$$

Considerando que el fabricante del inversor contempla un sobredimensionamiento máximo recomendado del 20 %:

- (1) Sobredimensionamiento máximo recomendado por el fabricante del inversor: 20 %

$492,31 + 20 \% = 492,31 + 98,46 = 590,77$, es decir, que podemos conectar un máximo de **590 paneles al inversor**

1.1.4. Tensión máxima soportada

1.1.5. Resultados finales

El número de strings/paneles por cada inversor deberá estar comprendido entre los valores más restrictivos, por lo tanto, nuestra configuración será la siguiente:

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	555	590 paneles (Máximo)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

(1) Sobredimensionamiento máximo recomendado por el fabricante del inversor: 20 %

2. CÁLCULOS EN BAJA TENSION

2.1. Cálculo sección de cable.

2.1.1. Datos previos

Previo a la aplicación de las fórmulas para corriente continua y alterna, determinaremos los siguientes datos:

- Tensión de cada string:
$$N \text{ (de paneles por string)} \times U_{MPP} \text{ (Tensión máxima potencia panel)}$$
$$24 \times 40,60 = 974,40 \text{ V}$$
- Potencia total del sistema:

$$N \text{ (de paneles por inversor)} \times P_{max} \text{ (1 panel)}$$
$$555 \times 715 = 396.825 \text{ W}$$

2.1.2. Coeficientes de corrección

Para el cálculo de las secciones necesitaremos conocer los coeficientes de corrección a aplicar:

- Coeficiente por acción solar directa (UNE 20435, pto. 3.1.2.1.4.): 0,90
- Coeficiente por temperatura de 50º a la intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,90
- Coeficiente por agrupamiento 24 circuitos de 24 strings (UNE-HD 60364-5-52, tabla C.52.3): 0,40
- Coeficiente por Instalación Fotovoltaica (IEC 62548): 1,40

2.1.3. Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua

Primeramente, calcularemos la sección del cable de corriente continua que va desde los paneles al inversor, situado en el exterior. Este cálculo lo haremos en base a dos criterios, tomando la sección más desfavorable.

2.1.3.1. Cálculo por Intensidad de cortocircuito

Para este cálculo tomamos la intensidad por cortocircuito sacada de los valores del panel en cada string:

$$I_{SC\ STC} = 18,64 \text{ A}$$

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$I_{SC\ STC} \times C_{IF} / (C_{SOL} \times C_{TEMP} \times C_{AGRP})$$

Siendo:

- C_{IF} = Coeficiente por Instalación Fotovoltaica
- C_{SOL} : Coeficiente por acción solar directa
- C_{TEMP} : Coeficiente por temperatura de 50º en intemperie
- C_{AGRP} : Coeficiente por agrupamiento de cables

Aplicando los valores anteriores en la fórmula:

$$18,64 \times 1,40 (0,90 \times 0,90 \times 0,40) = 80,54 \text{ A}$$

(1) Sobredimensionamiento máximo recomendado por el fabricante del inversor: 20 %

Con esta tensión entramos en el cuadro de secciones de la casa comercial del cable y seleccionamos la sección que corresponde a la tensión inmediatamente superior a la calculada:

Sección = 16 mm

2.1.3.2. Cálculo por caída de tensión

Para este cálculo tomaremos la caída de tensión tanto en el tramo de corriente continua como en el de alterna de 1,5 % pues, aunque en rigor se podría aplicar un 0,75 % para cada tramo, esta elección resulta más favorable en cuanto a la seguridad.

Aplicamos la fórmula siguiente:

$$S \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{2 \times L \times I}{\gamma \times \Delta U}$$

Siendo:

- $I_{MPP} \text{ (panel)} = 17,63 \text{ A}$
- Conductividad (90°): $\gamma_{COBRE} = 44$
- $U_{MPP} = 24 \times 40,60 = 974,40 \text{ V}$
- $\Delta U_{MPP} = 974,40 \times 1,5 \% = 14,62 \text{ V}$

De la fórmula anterior despejamos la longitud para que, a una sección dada (mayor o igual a la calculada anteriormente para la intensidad de cortocircuito de 16 mm) obtengamos la longitud máxima que sea superior a la estimada en la instalación. En este caso elegiremos para el cálculo de caída de tensión el cable de sección de 16 mm:

$$\text{Longitud (m)} = \frac{16 \times 44 \times 14,62}{17,63 \times 2} = 291 \text{ metros}$$

2.1.4. Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna

Para el cálculo de la sección de cable en el interior en el tramo que va desde el inversor hasta el cuadro general de mando y protección necesitamos considerar los siguientes datos eléctricos:

- Tensión de salida del inversor (U_{CA}): 800 V
- Intensidad máxima de salida del inversor (Intensidad nominal): 240,50 A
- Coeficiente instalación fotovoltaica para corriente alterna (ITC BT 40): 1,25

2.1.4.1. Cálculo de sección por intensidad admisible

$$I_{CA} = 240,50 \times 1,25 = 300,63 \text{ A}$$

Consultamos en las tablas del fabricante las tensiones admisibles por sección y tomamos la inmediatamente superior: **120 mm²**.

2.1.4.2. Cálculo de sección por caída de tensión

Aplicaremos la siguiente fórmula:

$$S \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{\sqrt{3} \times L \times I}{\gamma \times \Delta U}$$

Donde tenemos:

- L (metros): Longitud de cable
- Intensidad nominal de salida del inversor: $I_{NOM} = 240,50 \text{ A}$
- $\Delta U_{CA} = 800 \times 1,5 \% = 12 \text{ V}$

(1) Sobredimensionamiento máximo recomendado por el fabricante del inversor: 20 %

- Conductividad (90º): $\gamma_{\text{COBRE}} = 44$

Como en el caso de corriente continua, despejamos la longitud para que, a una sección dada (mayor o igual a la calculada anteriormente para la intensidad admisible de 120 mm²) obtengamos la longitud máxima que sea superior a la estimada en la instalación. En este caso elegiremos para el cálculo de caída de tensión el cable de sección de **120 mm²**:

$$\text{Longitud (m)} = \frac{120 \times 44 \times 12}{240,50 \times \sqrt{3}} = \mathbf{152 \text{ metros}}$$

Una vez realizados con detalle los cálculos para el primer inversor, dispondremos en fichas resumidas los resultados finales de cada uno de los inversores de la instalación.

INVERSOR/ES 7

(555 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 7 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 7	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	555	590 paneles (Máximo)(1)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 10, 11, 14, 15, 16, 17

(546 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 10, 11, 14, 15, 16, 17 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715,00
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 10, 11, 14, 15, 16, 17	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350,00
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	546	590 paneles (Máximo) (2)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	21	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua: 16 mm²; 255 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 255 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 4

(545 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 4 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715
Tensión de circuito abierto: V_{oc} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{sc} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 4	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{sc} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	545	590 paneles (Máximo)(1)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 <u>módulos/string</u> (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 <u>módulos/string</u> (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior. Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 2, 12

(528 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 2, 12 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715,00
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 2, 12	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350,00
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	528	590 paneles (Máximo) (2)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 26

(524 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 26 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715
Tensión de circuito abierto: V_{oc} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{sc} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 26	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{sc} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	524	590 paneles (Máximo)(1)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	28	14 <u>módulos/string</u> (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 <u>módulos/string</u> (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior. Corriente continua: 16 mm²; 340 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 340 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 8

(512 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 8 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715,00
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 8	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350,00
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	512	590 paneles (Máximo) (2)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

(504 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715
Tensión de circuito abierto: V_{oc} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{sc} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{sc} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	504	590 paneles (Máximo)(1)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior. Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 1, 3, 9, 18

(480 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 1, 3, 9, 18 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715,00
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 1, 3, 9, 18	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350,00
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	480	590 paneles (Máximo) (2)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 5, 6

(462 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 5, 6 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715
Tensión de circuito abierto: V_{oc} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{sc} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 5, 6	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{sc} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	462	590 paneles (Máximo)(1)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	21	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior. Corriente continua: 16 mm²; 255 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 255 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

INVERSOR/ES 13

(444 módulos por inversor)

PANEL FOTOVOLTAICO 13 (condición de ensayo STC)	
Modelo	TOPBiHiKu7 (CANADIAN SOLAR)
Máxima potencia de salida: P_{max} (W)	715,00
Tensión de circuito abierto: V_{OC} (V)	48,50
Corriente de cortocircuito: I_{SC} (A)	18,64
Voltaje a potencia máxima: U_{MP} (V)	40,60
Corriente a potencia máxima: I_{MP} (A)	17,63

INVERSOR 13	
Modelo	SG350HX (SUNGROW)
Alimentación fotovoltaica máxima (Wp)	350,00
Corriente de entrada máxima por I_{MPPT} (A)	40,00
Corriente de cortocircuito máxima: I_{SC} (A)	60,00
Voltaje de operación mínima: $U_{MPPTmin}$ (V)	550,00
Voltaje de operación máxima: $U_{MPPTmax}$ (V)	1.500
Potencia máxima de entrada (W)	352.000

CONCEPTO	CRITERIO	VALOR	CONFIGURACIÓN
Nº TOTAL de PANELES por INVERSOR	Potencia máxima	444	590 paneles (Máximo) (2)
Nº MÍNIMO de PANELES x STRING	Voltaje mínimo	24	14 módulos/string (Mínimo)
Nº MÁXIMO de PANELES x STRING	Voltaje máximo		30 módulos/string (Máximo)

Cálculo sección de cable.

Cálculo de sección de cable exterior: Corriente continua: 16 mm²; 291 m

Cálculo por Intensidad de cortocircuito:

Sección = 16 mm²

Cálculo por caída de tensión:

Sección = 16 mm²

Longitud (m) = 291 metros

Cálculo de sección de cable interior. Corriente alterna: 120 mm²; 152 m

Cálculo de sección por intensidad admisible

Sección = 120 mm²

Cálculo de sección por caída de tensión

Sección = 120 mm²

Longitud (m) = 152 metros

ANEXO IV. Hojas de datos

1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

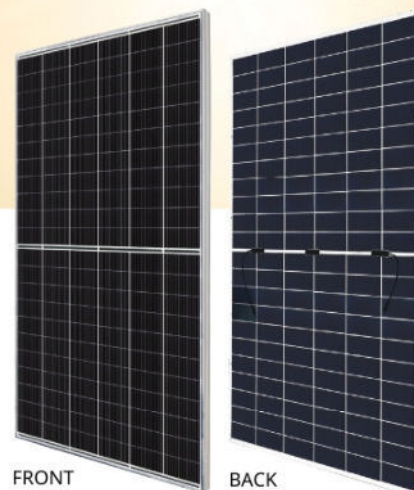


TOPBiHiKu7

N-type Bifacial TOPCon Technology

685 W ~ 715 W

CS7N-685 | 690 | 695 | 700 | 705 | 710 | 715TB-AG



MORE POWER



Module power up to 715 W
Module efficiency up to 23.0 %



Up to 85% Power Bifaciality,
more power from the back side



Excellent anti-LeTID & anti-PID performance.
Low power degradation, high energy yield



Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C,
increases energy yield in hot climate



Lower LCOE & system cost

MORE RELIABLE



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

TRACEABLE SUPPLY CHAIN



Independently audited by STS

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.



Enhanced Product Warranty on Materials
and Workmanship*



Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 1%
Subsequent annual power degradation no more than 0.4%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001: 2015 / Quality management system
ISO 14001: 2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC 62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA / CGC
CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way



* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary,
and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the
products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative
to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions
in which the products will be used.

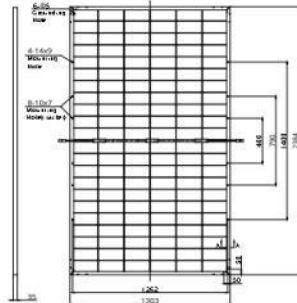
CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 22 years, it has successfully delivered over 110 GW of premium-quality solar modules across the world.

Canadian Solar (USA) Inc.

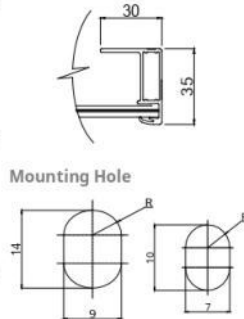
1350 Treat Blvd. Suite 500, Walnut Creek, CA 94597 | www.csisolar.com/na | support.ca@csisolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

Rear View



Frame Cross Section A-A



ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (P _{max})	Opt. Operating Voltage (V _{mp})	Opt. Operating Current (I _{mp})	Open Circuit Voltage (V _{oc})	Short Circuit Current (I _{sc})	Module Efficiency
CS7N-685TB-AG		685 W	39.4 V	17.39 A	47.3 V	18.34 A	22.1%
	Bifacial Gain**						
	5%	719 W	39.4 V	18.26 A	47.3 V	19.26 A	23.1%
	10%	754 W	39.4 V	19.13 A	47.3 V	20.17 A	24.3%
CS7N-690TB-AG		690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%
	Bifacial Gain**						
	5%	725 W	39.6 V	18.30 A	47.5 V	19.31 A	23.3%
	10%	759 W	39.6 V	19.17 A	47.5 V	20.23 A	24.4%
CS7N-695TB-AG		695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
	Bifacial Gain**						
	5%	730 W	39.8 V	18.34 A	47.7 V	19.36 A	23.5%
	10%	765 W	39.8 V	19.22 A	47.7 V	20.28 A	24.6%
CS7N-700TB-AG		700 W	40.0 V	17.51 A	47.9 V	18.49 A	22.5%
	Bifacial Gain**						
	5%	735 W	40.0 V	18.39 A	47.9 V	19.41 A	23.7%
	10%	770 W	40.0 V	19.26 A	47.9 V	20.34 A	24.8%
CS7N-705TB-AG		705 W	40.2 V	17.55 A	48.1 V	18.54 A	22.7%
	Bifacial Gain**						
	5%	740 W	40.2 V	18.43 A	48.1 V	19.47 A	23.8%
	10%	776 W	40.2 V	19.31 A	48.1 V	20.39 A	25.0%
CS7N-710TB-AG		710 W	40.4 V	17.59 A	48.3 V	18.59 A	22.9%
	Bifacial Gain**						
	5%	746 W	40.4 V	18.47 A	48.3 V	19.52 A	24.0%
	10%	781 W	40.4 V	19.35 A	48.3 V	20.45 A	25.1%
CS7N-715TB-AG		715 W	40.6 V	17.63 A	48.5 V	18.64 A	23.0%
	Bifacial Gain**						
	5%	751 W	40.6 V	18.51 A	48.5 V	19.57 A	24.2%
	10%	787 W	40.6 V	19.39 A	48.5 V	20.55 A	25.3%
CS7N-715TB-AG		858 W	40.6 V	21.16 A	48.5 V	22.37 A	27.6%
	Bifacial Gain**						
	5%	858 W	40.6 V	21.16 A	48.5 V	22.37 A	27.6%
	10%	858 W	40.6 V	21.16 A	48.5 V	22.37 A	27.6%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

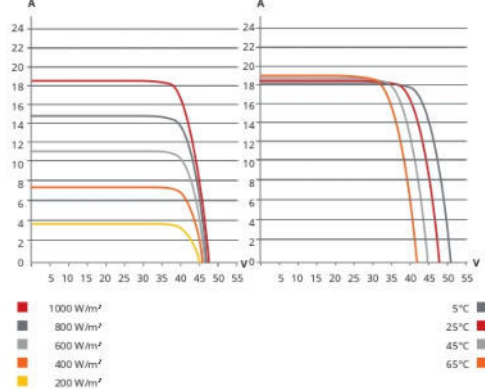
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ +10 W
Power Bifaciality*	80 %

* Power Bifaciality = $\frac{P_{max_{back}}}{P_{max_{front}}}$, both $P_{max_{back}}$ and $P_{max_{front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: $\pm 5\%$

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

Canadian Solar (USA) Inc.

CS7N-695TB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (P _{max})	Opt. Operating Voltage (V _{mp})	Opt. Operating Current (I _{mp})	Open Circuit Voltage (V _{oc})	Short Circuit Current (I _{sc})
CS7N-685TB-AG	518 W	37.2 V	13.91 A	44.8 V	14.79 A
CS7N-690TB-AG	522 W	37.4 V	13.94 A	45.0 V	14.83 A
CS7N-695TB-AG	526 W	37.6 V	13.97 A	45.2 V	14.87 A
CS7N-700TB-AG	529 W	37.8 V	14.00 A	45.4 V	14.91 A
CS7N-705TB-AG	533 W	38.0 V	14.03 A	45.5 V	14.95 A
CS7N-710TB-AG	537 W	38.2 V	14.06 A	45.7 V	14.99 A
CS7N-715TB-AG	541 W	38.4 V	14.09 A	45.9 V	15.03 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	37.9 kg (83.6 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	6.0 mm ² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length	360 mm (14.2 in) (+) / 200 mm (7.9 in) (-) or (Including Connector) 2000 mm (78.7 in) (+) / 1400 mm (55.1 in) (-)
Connector	T6 or MC4 series
Per Pallet	31 pieces
Per Container (40' HQ)	558 pieces or 496 pieces (only for US & Canada)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (P _{max})	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (V _{oc})	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (I _{sc})	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



2. INVERSOR

SG350HX

Inversor String Multi MPPT para sistemas de 1500 Vdc

NEW



ALTO RENDIMIENTO

- Hasta 16 MPPTs con una eficiencia máxima del 99%
- 20 A por string, compatible con módulos +500Wp
- Intercambio de datos con el tracker para mejorar el rendimiento



BAJO COSTE

- Función Q a la noche, ahorra en inversión
- Comunicación PLC
- Escaneo y diagnóstico de curva IV, O&M activo



SEGURIDAD COMPROBADA

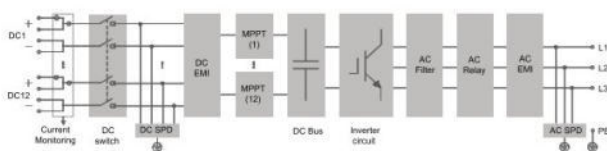
- 2 strings por MPPT, sin riesgo de conexión inversa
- Monitorización AC y DC en tiempo real
- Interruptor DC integrado, corta automáticamente el fallo



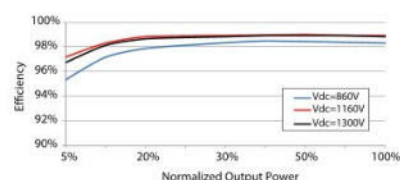
SOPORTE DE RED

- $SCR \geq 1.16$ funcionamiento estable en redes extremadamente débiles
- Tiempo de respuesta de la potencia reactiva <30ms
- Cumple con la seguridad global y el código de red

DIAGRAMA DEL CIRCUITO



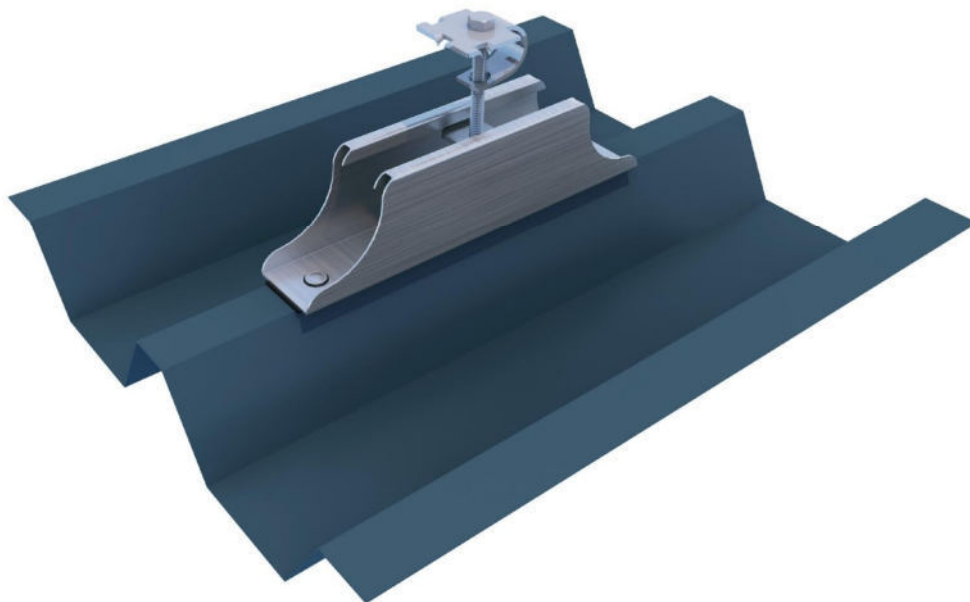
CURVA DE EFICIENCIA



© 2022 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.6

Denominación	SG350HX
Entrada (DC)	
Tensión máxima de entrada FV	1500 V
Tensión mínima / Tensión de arranque	500 V / 550 V
Tensión de entrada nominal	1080 V
Rango de tensión MPP	500 V – 1500 V
No. de entradas MPP independientes	12 (opcional: 14/16)
No. máximo de conectores de entrada por MPPT	2
Corriente máxima de entrada FV	12 * 40 A (Opcional: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Corriente máxima de cortocircuito de DC por MPPT	60 A
Salida (AC)	
Potencia de salida de AC	352 kVA @ 30°C / 320 kVA @40 °C / 295 kVA @50°C
Corriente máxima de salida de AC	254 A
Tensión nominal de AC	3 / PE, 800 V
Rango de tensión de AC	640 – 920V
Frecuencia nominal de red / Rango de frecuencia de red	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (potencia nominal)
Inyección de corriente DC	< 0.5 % In
FP a potencia nominal / FP ajustable	> 0.99 / 0.8 inductivo – 0.8 capacitativo
Fases de inyección / Fases de conexión	3 / 3
Eficiencia	
Eficiencia máx / Eficiencia Europea / Eficiencia CEC	99.02 % / 98.8 % / 98.5%
Protección	
Protección de conexión DC inversa	Sí
Protección de cortocircuito de AC	Sí
Protección contra corriente de fuga	Sí
Monitorización de red	Sí
Monitorización de fallo a tierra	Sí
Interruptor DC/AC	Sí / No
Monitorización de corrientes string FV	Sí
Función Q en noche	Sí
Anti-PID y Función de recuperación PID	Opcional
Protección contra sobretensión	DC Tipo II / AC Tipo II
Datos Generales	
Dimensiones (W*H*D)	1136 * 870 * 361 mm (44.7" * 34.3" * 14.2")
Peso	≤116 kg (≤255.7 lbs)
Método de aislamiento	Sin transformador
Grado de protección de entrada	IP66 (NEMA 4X)
Consumo nocturno	< 6 W
Rango de temperatura ambiente de funcionamiento	-30 to 60°C (-22 to 140 °F)
Humedad relativa aceptable (sin condensación)	0 – 100 %
Método de refrigeración	Refrigeración forzada inteligente
Altitud máxima de funcionamiento	4000 m (> 3000 m derating) / 13123 ft (> 9843 ft derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Comunicación	RS485 / PLC
Tipo de conexión DC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm², optional 10mm² / Max. 10AWG, optional 8AWG)
Tipo de conexión AC	Support OT/DT terminal (Max. 400 mm² / 789 Kcmil)
Certificación	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B
Soporte de red	Función Q en noche, LVRT, HVRT, control de potencia activa y reactiva, control de rampa de potencia, control Q-U y control, P-f

3. SISTEMA ESTRUCTURAL



Adiwatt simplifica el sistema de fijación para módulos fotovoltaicos y propone la solución PRIMA®

Para cumplir con los requisitos de todos los techos de chapa metálica y paneles sándwich de metal, ADIWATT ha desarrollado un sistema de sujeción universal que garantiza la durabilidad de la instalación solar.

El sistema de integración PRIMA® ha sido ampliamente probado y ofrece:

- *Compatibilidad con todos los módulos con marco.*
- *Resistencia y estabilidad mecánica con un cálculo de la carga del viento según DIN EN 1991-1-4*
- *Fijación a chapa gracias a remachado.*
- *Material de acero Magnelis®, protección contra la corrosión 20 años.*
- *Equipado con 2 orificios de montaje pre-mecanizados.*

- ✓ Montaje remachado sin tornillos para mayor seguridad
- ✓ Menor tiempo de montaje e instalación
- ✓ Logística: entrega en cajas de 10 kWp, ahorro de espacio de almacenamiento y menor manejo de mercancía
- ✓ 10 años de garantía del fabricante



PRIMA®

Prima se puede instalar en una sola chapa metálica de 0,5mm, aluminio 1,0 mm.

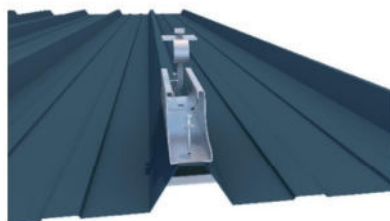
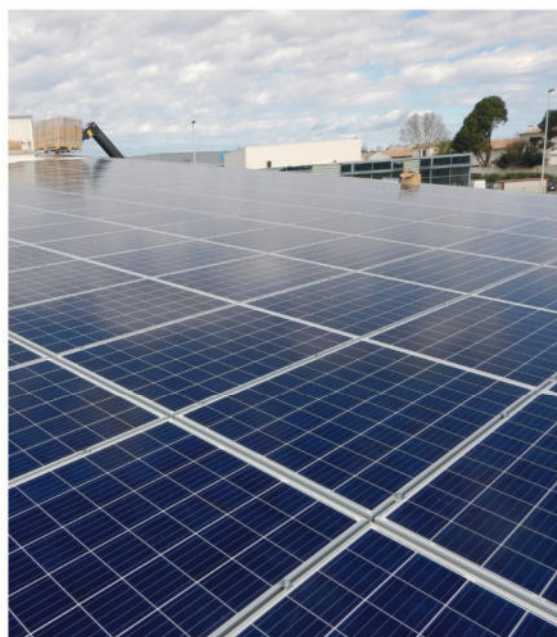
Puesta a tierra del módulo incluido según DIN VDE 0100.

Dimensiones – apto para todos los tamaños de módulos FV comerciales.

Magnelis®, 30 - 50 mm, que garantiza una buena protección de los materiales, resistente a los rayos UV y estable a altas temperaturas.

Desde 2009, Adiwatt ha desarrollado una experiencia industrial en instalaciones de integración de más de 500MWp. Ofrecemos a nuestros instaladores sistemas de montaje de módulos para construir de manera eficiente plantas solares en los techos.

Adiwatt optimiza los procesos de cada paso y cada detalle de la cadena de valor, garantiza el cumplimiento de los estándares para instalaciones solares industriales y la mejor relación calidad/precio.



VENTAJAS MÁS SIGNIFICATIVAS



Montaje:
Puede ser instalado por 1 persona



Logística simplificada con
códigos QR en palets.



Instalación:
Apriete el módulo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.



Piezas mecanizadas previamente



Ventilación:
Espaciado de 9 cm para mayor flujo de aire.



Máximo sellado y estanqueidad gracias
a un sistema de remaches específicos.



Manipulación simplificada,
entrega en cajas de 10kWp.



Piezas sueltas max. 12 cm de largo



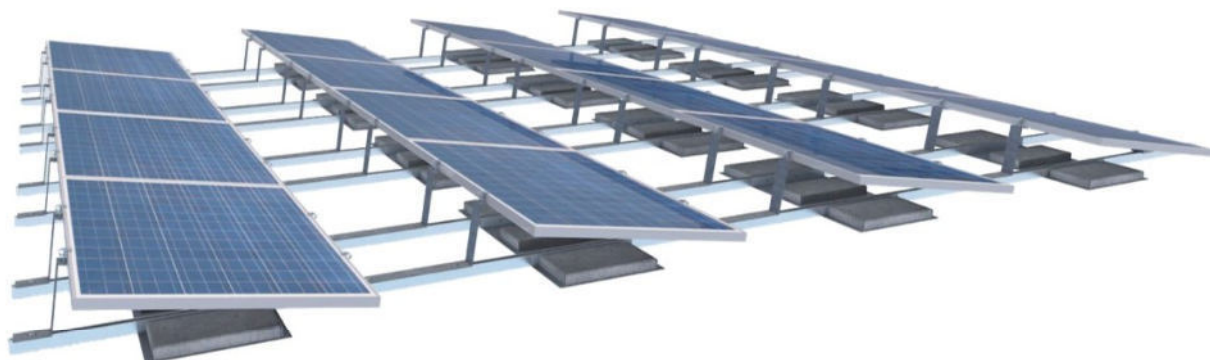
Ahorro de tiempo Sistema de montaje
fácil y rápido.

ADIWATT
Le photovoltaïque, une histoire d'experts

E. info@adiwatt.com
T. 02 54 23 39 90

PRESENTE EN
Francia, España,
Suiza, Marruecos.



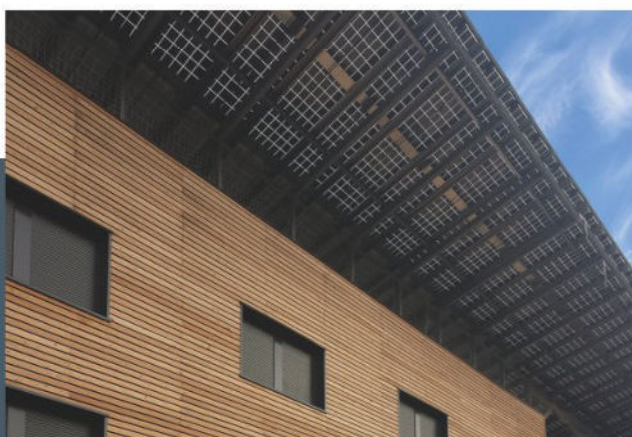


ADVANTAGE® es la mejor solución para instalar módulos fotovoltaicos en terrazas y cubiertas planas. Las diferentes opciones de montaje del sistema ADVANTAGE le permiten seleccionar la mejor configuración de inclinación para su Sistema solar, desde 10° a 20°.

- *Tratamiento anti-corrosión MAGNELIS® garantizado para ambiente marino*
- *Testado en Tunel de viento por Aérodynamique Eiffel*
- *Adaptable a todos los marcos de módulos FV*
- *Layout optimizado para orientaciones Sur o Este-Oeste*
- *Sistema patentado. Cumplimiento IEC*
- *Función "toma de tierra" integrada*

Cubiertas planas específicas

Para todos sus proyectos específicos de terraza y azotea, tenemos soluciones probadas. Nuestra oficina de ingeniería cuenta con más de 10 años de experiencia en la realización de estructuras fotovoltaicas en proyectos complejos de terrazas de tejados; proporcionamos planos y notas de cálculo de acuerdo con los Eurocódigos para cumplir con los requisitos de las oficinas de construcción y control. Nuestro sistema de fijación con la perfilaría



directamente fijada a la estructura del edificio ofrece muchas posibilidades arquitectónicas. Así mismo, permite la instalación de módulos fotovoltaicos en superficies impermeables que no soportan peso adicional.

ADVANTAGE®

Horizontal

Dependiendo del tipo de cubierta, ofrecemos:

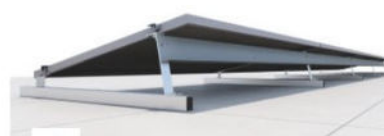
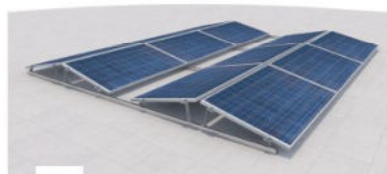
- Lastres de hormigón
- Lastres con grava o con sustrato vegetal (terracea con vegetación)
- Sistema fijado mecánicamente a bloques de hormigón.

1.- Horizontal / Sur 15° sobre cubierta de gravilla

2.- Horizontal / Este-Oeste 10°

3.- Horizontal / Sur 10°

4.- Horizontal / Sur 15°



Gracias al diseño específico de los perfiles de acero galvanizado y sus componentes de montaje, el sistema ADVANTAGE® se adapta a todas las terrazas y permite un diseño óptimo. En áreas sujetas a fuertes vientos, se recomienda la unión de todos los rieles para lograr una estructura unificada que cubra toda la terraza. Todas nuestras soluciones de montaje en techo tienen una garantía del fabricante de 10 años. Estos deben ser instalados por instaladores certificado.

ADVANTAGE®

Compatible con todos los módulos de marco de aluminio, permite modularidad sin alterar la impermeabilidad de su techo. El sistema de riel ADVANTAGE® permite el ajuste longitudinal y su soporte trapezoidal ofrece un ajuste transversal. Esta combinación permite una fijación universal adaptándose a todas las dimensiones de terraza (ancho o largo) de acuerdo con el modo vertical u horizontal. Nuestra oficina de ingeniería está a su servicio para estudiar las mejores configuraciones de diseño.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS

	Vertical	Horizontal
Fijación	Fijación mecánica o química - Lastres	
Inclinación de los soportes	10°	10° - 20°
Inclinación de la cubierta	Azotea: hasta 5°	
Materiales	Acero Magnelis® o Z600	
Características del modulo FV	Con marco de hasta 50mm de grosor, Ancho: desde 950 hasta 1050mm, Longitud: desde 1550 hasta 2070mm.	
Resistencia climática	Testado en tunel de viento	
Certificación	ETN Certification (a petición)	
Garantía	Z600 o Magnelis® con tratamiento con garantía anti corrosión – 20 años de garantía ante ambientes salinos	
Toma de tierra	VERITAS Test Report	

ADIWATT
Le photovoltaïque, une histoire d'experts

E. info@adiwatt.com
T. 02 54 23 39 90

PRESENTE EN
Francia, España,
Suiza, Marruecos.



4. BATERÍAS

SOCRATES AC690 10ft

All-in-One Modular BESS for Grid Applications



SOLUTION AND PRODUCT FEATURES



Comprehensive Safety

- Multi-Level Protection
- LFP with High Level Stability and Liability
- Fire-resistant/Explosion-proof/pressure Relief Design



Prominent Flexibility

- Multi-Scenarios Application
- Modular and Scalable Design
- One Rack with One PCS, Flexible Configuration



Intelligent and Efficient

- High Efficiency AC/DC Power Conversion System
- Smart Charge/Discharge, Reduce Peak Load
- Excellent Overall Performance



Environmentally Friendly

- Wide-body Device Customization
- IP54/C5 High-level Protection
- Environmentally Friendly Design, Nature-friendly and Pollution-free

SYSTEM SPECIFICATION

Nominal Energy	1,629.4kWh
Nominal Voltage	1331.2V
Operating Voltage Range	1040V-1500V
Configuration	4P416S

BATTERY SPECIFICATION

Cell Type	LFP306
Cell Charge/Discharge Rate	0.5C
RTE	92.5%
Max. DoD	0~100% (Recommended 90%)
Pack Configuration	1P52S
Rack Configuration	1P416S
Max. Charge/Discharge Power per Rack	203.67kW/203.67kW
Rated Charge/Discharge Current per Rack	153A/153A

PCS SPECIFICATION

Maximum DC Voltage	1500 V
Minimum DC Voltage	1000 V
Operating DC Voltage Range	1050 V - 1500 V
Nominal AC Power	200kVA
Nominal AC Voltage	690V
AC voltage Range	-15%~10% (Adjustable)
Nominal Frequency	50 Hz / 45 - 55 Hz , 60 Hz / 55 - 65 Hz
Maximum Efficiency	99 %
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power Factor	> 0.99 / 1 leading - 1 lagging
Adjustable Range of Reactive Power	-100 % - 100 %



GENERAL SPECIFICATION

Dimensions (L*W*H)	2991mm*2438mm*2896mm
Weight	17 T
Cooling Method	Liquid Cooling
BMS Communication	Ethernet
IP Grade	IP55 (Battery Room) / IP54 (Other Rooms)
Altitude	Less than 2000m
Noise	<70dB (1m Away from Equipment)
Operating Temperature Range	-25 °C - +55 °C
Compliance	IEC 62619, IEC 62477, IEC 63056, IEC 61000, UL 1973, UL 9540A, CEI-016, EN50549, NTS 2.1
UN Transportation Test Standard	UN 38.3, UN3536
Environment Protection Standard	RoHS, REACH, TSCA, Battery Directive

5. SISTEMA DE CONVERSIÓN DE POTENCIA (PCS)

1500V String Power Conversion System

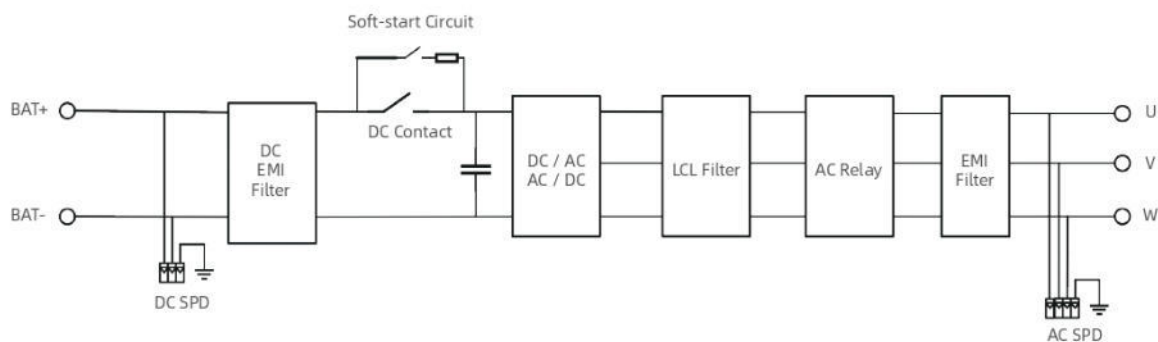
ESHV Series

FEATURES

- Small size & high power density
- Modular design enables accurate management of battery
- IP66 & optional C3~C5 anti-corrosion degree for harsh environment
- Supports multi-module parallel connection, Flexible configuration
- PQ, VSG and other functions



TOPOLOGY DIAGRAM



PARAMETERS

Rated Power		145kW	186kW	215kW	250kW
DC Input	DC Voltage Range	580V~1500V	1000~1500V		
	Max. DC Current	281A	209A	241A	281A
AC Output	Rated Power	145kW	186kW	215kW	250kW
	Max. Output Power	160kW	205kW	237kW	275kW
	AC Connection	3W+PE			
	Isolation	Non-isolation			
On-Grid	Rated Grid Voltage	400V	690V		
	Voltage Range	340V~440V	586.5V~759V		
	Rated Grid Frequency	50Hz / 60Hz			
	Frequency Range	45Hz~55Hz / 55Hz~65Hz			
	THDi	<3% (At rated power)			
	Power Factor	-1~1			
	Charge-Discharge Conversion Time	<20ms			
Off-Grid	Rated Output Voltage	400V	690V		
	Voltage Imbalance	<2%, No more than 4% in a short period of time			
	THDu	<3% (No load or rated resistive load)			
	Voltage Transient Range	<10% (Resistive load/balanced load. Load change suddenly from 20% to 100% or from 100% to 20%)			
	Overvoltage Protection	Settable value			
	Undervoltage Protection	Settable value			
General Data	Ground System	IT			
	Max. Efficiency	99%			
	Operating Ambient Temperature Range	-40℃~+60℃ (Derating above 45℃)			
	Allowable Relative Humidity Range	0~100%			
	Allowable Altitude Range	<4000m (Derating above 3000m)			
	Noise Level	75dB			
	DI Port	4 pairs			
	DO Port	2 pairs			
	Anti-Corrosion degree	C3 (C4 / C5 is optional)			
	Surge Protection	DC Type II / AC Type III			
	Wiring Method	Bottom in and bottom out (Quick plug terminal)			
	Protection Degree	IP66			
	Cooling Method	Smart air-cooling			
	Indicator	LED indicator			
	Communication Interface	Ethernet, RS485, CAN, Local debugging WiFi (Optional)			
	Communication Protocol	Modbus TCP / RTU			
	Dimensions (W*H*D)	795*915*294mm (Excludes hanging board)			
	Weight	≤100kg (Net weight)			
	Standard Compliance	GB / T 34120, GB / T 34133, GB / T 36547, GB / T 36548, IEC61000, IEC62477, EN50549			

6. CABLEADO DE LA INSTALACIÓN

GUÍAS DE UTILIZACIÓN
TIPOS DE CABLES PRYSMIAN PARA BAJA TENSIÓN

CABLE	TENSIÓN ASIGNADA	NORMA DISEÑO	DESIGNACIÓN GÉNERICA	APLICACIONES
AFUMEX CLASS ATEX 2RH (AS)	0,6/1 kV	UNE 21123-4	RZ1MZ1-K 2RH (AS)	Especialmente diseñado para industria petroquímica. Zonas ATEX.
AFUMEX CLASS BLINDEX 500 V (AS)	300/500 V	IEC 60502-1	Z1C4Z1-K (AS)	Cable de alta seguridad apantallado con trenza de hilos de cobre para instrumentación, control y/o señalización en entornos con influencias electromagnéticas. Regulación de temperatura, de intensidad, de tensión, de válvulas motorizadas, etc. o para control de electroválvulas, arranque de máquinas, arranque de autómatas, teletruptores, etc.
AFUMEX CLASS BLINDEX 1000 V (AS)	0,6/1 kV	IEC 60502-1	Z1C4Z1-K (AS)	Cable de alta seguridad apantallado con trenza de hilos de cobre para suministro de energía en entornos donde se quieran evitar las influencias electromagnéticas y sea obligatorio instalar cables de alta seguridad (AS) o el riesgo de incendio no sea despreciable. Alimentación de motores con variadores de frecuencia hasta 10 mm ² (consultar fabricante de variadores).
AFUMEX EXPO	450/750 V	UNE-EN 50525-3-21	H07ZZ-F	Ferias, servicios provisionales, servicios móviles en locales de pública concurrencia y, para servicios móviles en los que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
AL AFUMEX CLASS (AS)	0,6/1 kV	UNE 21123-4	AL RZ1 (AS)	Líneas generales de alimentación, derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
P-SUN 2.0 CPRO	0,6/1 kV	DKE-VDE AK 411.2.3	ZZ-F	Instalaciones solares fotovoltaicas. Verificado Bureau Veritas.
TECSUN H1Z2Z2-K	0,6/1 kV	EN 50618	H1Z2Z2-K	Instalaciones solares fotovoltaicas. Certificación TÜV.
WIDEPOL CPRO Flow	450/750 V	UNE-EN 50525-2-31	H07V-K	Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. Instalaciones interiores o receptoras, interiores en viviendas. Instalaciones con recorridos sinuosos.*

(*) Salvo obligación de AFUMEX CLASS (AS).



7. REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN (CPR) Y SU AFECTACIÓN A LOS CABLES

Reglamento de Productos de Construcción (CPR) y afectación a los cables

El 24 de abril de 2011 entró en vigor el Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo más conocido como Reglamento de Productos de Construcción (CPR). Posteriormente, el 24 de noviembre de 2013, entró en vigor el Real Decreto 842/2013 por el que se aprobaba la clasificación de los productos de construcción según sus propiedades de reacción y resistencia a fuego ya que el CPR exige que se establezcan clases de prestaciones en relación con las características esenciales de los productos de construcción. Por su idiosincrasia los cables eléctricos merecen una consideración especial. Desde el 1 de julio de 2017 ningún fabricante puede poner en el mercado cables que, estando afectados por el CPR, no cumplan sus exigencias.

La aparición del Reglamento Productos de Construcción (CPR) anuló y sustituyó a la Directiva de Productos de Construcción (R.D. 312/2005) y representa, entre otras cosas, un paso más en la convergencia de criterios en la Unión Europea para clasificar los productos de construcción por su reacción al fuego.

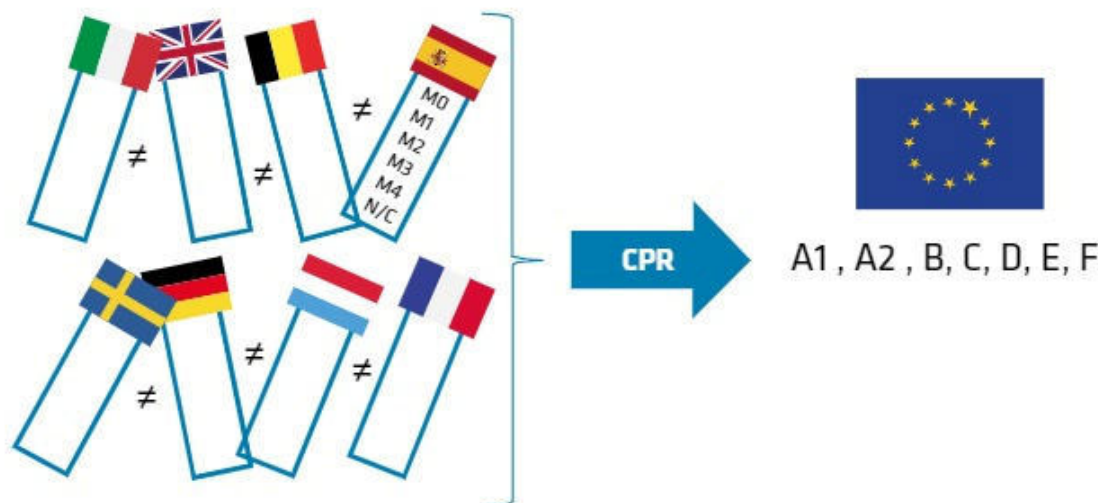
El artículo 2, punto 1 del CPR nos define **producto de construcción** como *cualquier producto o kit fabricado e introducido en el mercado para su incorporación con carácter permanente en las obras de construcción o partes de las mismas y cuyas prestaciones influyan en las prestaciones de las obras de construcción en cuanto a los requisitos básicos de tales obras.*

Parece fácil ver que la gran mayoría de los cables es producto de construcción por tratarse de elementos a incorporar permanentemente a las obras de construcción.

En el punto 3 del mismo artículo leemos que se entiende por **obras de construcción** las *obras de edificación y de ingeniería civil*. Con lo que vemos que el ámbito de aplicación del CPR no está limitado a los edificios solamente sino también a las obras de ingeniería civil como son las infraestructuras (redes de distribución, redes de alumbrado, líneas de ferrocarril, autopistas...).

E igualmente el CPR no está limitado exclusivamente a la baja tensión. Afecta a los cables de energía en general (BT, MT y AT), control o comunicación (incluidos los de fibra óptica). Encajan en la definición de producto de construcción y así están recogidos en el ámbito de aplicación de la norma UNE-EN 50575 que es la referencia actual para la evaluación de la reacción al fuego de los cables según el CPR.

En el RD 842/2013 se contemplan una serie de clases para los diferentes productos de construcción por su reacción al fuego homogeneizando el sistema de clasificación para todos los países de la UE, pasando, en nuestro caso, de las clases nacionales (España) M0, M1, M2, M3, M4 y N/C a las clases (no equivalentes) A1, A2, B, C, D, E y F atendiendo la energía liberada durante el ensayo de fuego con la posibilidad de ensayos adicionales que evalúan el humo y el desprendimiento de gotas o partículas inflamadas.



1. Las clases de los cables eléctricos

El sistema de clasificación del RD 842/2013 recoge una tabla de aplicación general según los criterios explicados en el apartado anterior pero hay 3 tipos de productos cuya reacción al fuego ha sido evaluada de forma particular: los suelos, los productos lineales para aislamiento térmico de tuberías y los cables eléctricos. Por tanto, la clasificación de clases para los cables eléctricos sufre alguna variación respecto al caso general explicado anteriormente.

En el futuro se definirá, para cada aplicación, qué clase deben cumplir los cables. El sistema de ensayo es armonizado pero las características que se pueden requerir a los cables para la misma aplicación en países diferentes pueden variar. Es decir, cada país decidirá de forma independiente que clase se exige para cada tipo de instalación.

Analicemos las diferentes clases para el caso particular de los cables eléctricos:

1.1. Atendiendo a la energía liberada y propagación del fuego:

- **A_{ca}**: cables que no contribuyen al incendio.
- **B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca} y E_{ca}**: Todos estos cables cumplen el ensayo de **no propagación de la llama** (UNE-EN 60332-1-2) y su grado de **propagación del incendio** y de **liberación de calor** durante la combustión está limitado

siendo inferior en la clase B1_{ca} que en la B2_{ca} y así sucesivamente (UNE-EN 50399).

- **F_{ca}**: cables sin determinación de comportamiento.

1.2. Clasificación adicional de los cables eléctricos

Los cables eléctricos tienen una serie de criterios adicionales a las clases. Estos criterios se aplican a las clases B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca} y D_{ca} y contemplan la información sobre la opacidad de humos emitidos (s0, s1 y s2) y desprendimiento de gotas (d0, d1 y d2) durante la combustión al igual que en el caso de los productos de construcción en general. Además también se evalúa la acidez de los gases emitidos (a1, a2 y a3) para conocer su influencia tóxica y corrosiva.

Por tanto tendríamos que para cables eléctricos:

1.2.1. Cantidad, velocidad de generación y opacidad de humos (UNE-EN 61034-2):

- **s1**: escasa producción y lenta propagación de humo.
- **s1a**: s1 y transparencia de humos superior al 80 %.
- **s1b**: s1 y transparencia de humos superior al 60 % e inferior al 80 %.
- **s2**: valores intermedios de producción y propagación de humo.
- **s3**: ni s1, ni s2

1.2.2. Desprendimiento de gotas durante la combustión (UNE-EN 50399):

- **d0:** sin caída de gotas ni partículas inflamadas durante los 1200 s que dura el ensayo.
- **d1:** las gotas o partículas inflamadas desprendidas se extinguen en menos de 10 s.
- **d2:** ni d0, ni d1.

1.2.3. Acidez de los gases (UNE-EN 60754-2):

- **a1:** baja acidez: conductividad de los gases emanados $< 2,5 \mu\text{S}/\text{mm}$ y $\text{pH} > 4,3$.
- **a2:** valor intermedio de acidez: conductividad de los gases emanados $< 10 \mu\text{S}/\text{mm}$ y $\text{pH} > 4,3$.
- **a3:** ni a1, ni a2.

	ENSAYOS						
	CLASIFICATORIOS				ADICIONALES		
	Generación calor combustión	Propagación llama	Propagación incendio	Generación calor	Humos	Gotas / partículas	Acidez
CLASE	UNE-EN ISO 1716	UNE-EN 60332-1-2	UNE-EN 50399	UNE-EN 50399	UNE-EN 50399 y UNE-EN 61034-2	UNE-EN 50399	UNE-EN 60754-2
Aca							
B1ca					s1		
B2ca					s1a		
Cca					s1b	d0	a1
Dca					s2	d1	a2
Eca					s3	d2	a3
Fca							

Así la clase Cca-s1b,d1,a1 que aplica en España a los cables tipo Afumex Class, según la nota de aplicación del CPR al REBT del Ministerio Economía, Industria y Competitividad, nos informaría sobre un cable con las siguientes propiedades:

- Cca: valores limitados de propagación del fuego (UNE-EN 60332-1-2 y UNE-EN 50399) y liberación de calor (UNE-EN 50399).
- s1b: escasa producción y lenta propagación de humo (UNE-EN 50399) y transparencia de humos entre el 60 % y el 80 % (UNE-EN 61034-2).
- d1: las gotas o partículas inflamadas desprendidas se extinguen en menos de 10 s (UNE-EN 50399).
- a1: baja acidez, conductividad de los gases emanados $< 10 \mu\text{S}/\text{mm}$ y $\text{pH} > 4,3$ (UNE-EN 60754-2).

La clase de reacción al fuego irá marcada de forma visible en la cubierta o aislamiento de los cables para BT.



El cable AFUMEX CLASS 1000 V (AS) es clase Cca-s1b,d1,a1.

Los cables con clase Cca-s1b,d1,a1 de este catálogo son toda la familia Afumex Class (AS):

AFUMEX CLASS 500 V (AS)	ES05Z1-K TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS 750 V (AS)	H07Z1-K TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS HAZ (AS)	H07Z1-K TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS PANELES Rígido (AS)	H07Z1-R TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS 1000 V (AS)	RZ1-K (AS)
AFUMEX CLASS MANDO (AS)	RZ1-K (AS)
AFUMEX CLASS FIRS (AS+)	mRZ1-K (AS+)
AFUMEX CLASS MÚLTIPLE 1000 V (AS)	Z1Z1-K (AS)
AFUMEX CLASS ATEX (AS)	RZ1MZ1-K (AS)
AFUMEX CLASS ATEX 2RH (AS)	RZ1MZ1-K 2RH (AS)
AFUMEX CLASS BLINDEX 500 V (AS)	Z1C4Z1-K (AS)
AFUMEX CLASS BLINDEX 1000 V (AS)	Z1C4Z1-K (AS)
AL AFUMEX CLASS (AS)	AL RZ1 (AS)

Los cables con clase Eca (no propagadores del incendio según UNE-EN 60332-1-2) son:

P-SUN 2.0 CPRO	ZZ-F
WIREPOL CPRO Flex	H05V-K / H07V-K
WIREPOL CPRO Rígido	H05V-U / H07V-U / H07V-R
RETENAX CPRO Flex	RV-K
RETENAX CPRO Rígido	RV (XV)
WIREPOL CPRO GAS	H05VV-F

→



SINTENAX CPRO AG	H05VV-F
SINTENAX CPRO 1000 V	VV-K
RETENAX FLAM F	RVFV
BLINDEX CPRO 500 V	VC4V-K
BLINDEX CPRO 1000 V	RC4V-K
FLEX TREME	H07RN-F
BUPRENO CPRO	DN-K
AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	AL XZ1 (S)
DATAX LIYCY CPRO	LIYCY

Los cables sin comportamiento frente al fuego declarado (clase Fca) son:

RETENAX FLAM F	RVFV
RETENAX VARINET	RVKV-K
BUPRENO BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
AL POLIRRET CPRO	AL RZ
POLIRRET FERIEK CPRO	RZ

1.3 Clases mínimas según REBT y CPR

Instalaciones en general: Eca
 Locales de pública concurrencia e instalaciones de enlace: Cca-s1b,d1,a1
 Redes aéreas tensadas o posadas (cables UNE 21030): Fca

1.4. Cables resistentes al fuego [AFUMEX CLASS FIRS (AS+)]a el

Los cables resistentes al fuego, actualmente conocidos genéricamente como AS+ en España, están pensados para dar continuidad al suministro eléctrico aún en caso de incendio para poder alimentar los servicios de seguridad no autónomos. Este tipo de cables **deben cumplir igualmente con las exigencias mínimas de la clase Cca-s1b,d1,a1** y ser resistentes al fuego según UNE-EN 50200.

Reacción al fuego: Cca-s1b,d1,a1
 Resistencia al fuego: UNE-EN 50200 (842 °C, 2 h)



El cable **AFUMEX CLASS FIRS (AS+)** de Prysmian está diseñado bajo las prescripciones del CPR.

*Caso particular al tratarse tradicionalmente de cables no sometidos a ensayos de reacción al fuego por ir esencialmente en exteriores.

La **resistencia** al fuego (no confundir con reacción al fuego explicada en este artículo) evalúa la capacidad de un cable para seguir prestando suministro en las condiciones de un incendio. Se trata de una característica esencial de los cables que se ve afectada por el CPR y, por tanto, se espera aparezca en el futuro una norma que regule dicha prestación unificando los criterios en la UE del mismo modo que se ha hecho con la reacción al fuego. Actualmente, en España, sigue vigente lo que expresamente dice el REBT en la ITC-BT 28 (UNE-EN 50200). El cable **AFUMEX CLASS FIRS (AS+)** permite la continuidad del suministro durante el máximo tiempo contemplado en norma: 2 horas a 842 °C.

Comportamiento frente al fuego mejorado

A efectos técnicos el CPR nos obliga a la instalación de cables más seguros.

Los cables tipo Afumex Class (AS) (clase Cca-s1b,d1,a1) deben superar nuevos ensayos de fuego (control de la generación de calor, cantidad de humos y desprendimiento de gotas o partículas incandescentes) y los que ya le eran de aplicación antes del CPR (no propagación de la llama ni del incendio, opacidad de humos y acidez de los gases emanados) han incrementado sus exigencias. La siguiente tabla pretende resumir las diferencias:

Clase Cca-s1b,d1,a1 (cables Afumex Class (AS))		
	Antes	CPR
No propagación de la llama	SI*	SI
Caudal del aire para combustión	5000 l	8000 l
Longitud máxima afectada por el fuego	2,5 m	2 m
Generación de calor	NO se mide	SI se mide
Cantidad de humo	NO se mide	SI se mide
Acidez gases	<10 µS/mm	<2,5 µS/mm
Desprendimiento de gotas	NO se mide	<10 s

Los cables de uso general de PVC (Retenax CPRO...) y goma en líneas generales (clase Eca) han de superar el nuevo ensayo de no propagación de la llama (UNE-EN 60332-1-2). Tradicionalmente superaban la versión anterior de este ensayo, el nuevo test ha recortado en 50 mm la máxima longitud de cable afectada por el fuego y además mide la propagación vertical de la llama hacia arriba y hacia abajo, antes sólo se medía en sentido ascendente.

Se recomienda ver el apartado de ensayos de fuego.

NOTA: en las fichas de este catálogo se incluyen también los ensayos de reacción al fuego que, aunque no se correspondan con las clases de referencia siguen teniendo validez para países que no son de la UE por ello figuran en color negro mientras que los propios del CPR (UE) aparecen en azul.

El CPR no permite, en la UE, alusión a normativa de reacción al fuego de los cables no contemplada en la categorización de las clases citadas. No es posible referenciar ensayos de fuego ajenos como exigencia en ninguna reglamentación en ningún país miembro, incluida normativa privada, ni siquiera como complemento a alguna clase (p.e. si un cable supera la clase E_{ca} y además es libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos según UNE-EN 60754 y baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034 a efectos legales sólo se considera la clase E_{ca} (UNE-EN 60332-1-2) ya que la combinación de esta clase con los ensayos citados no se corresponde con otra posible clase CPR. La siguiente posibilidad sería D_{ca} pero para ello es necesario que el cable supere el ensayo de baja emisión de calor, ver tabla de ensayos según clases).

NOTA: Se recomienda ver apartado L/Ensayos de fuego.

8. MÉTODOS/TIPOS DE INSTALACIÓN

Intensidades admisibles

El paso del tiempo ha demostrado que había excesiva simplificación para la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, que se utilizan en la práctica, lo que hacía necesarias unas tablas de cargas más ajustadas a la realidad.

Esta necesidad motivó la publicación de la norma UNE 20460 - "Instalaciones Eléctricas en Edificios", que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD-384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364. Las intensidades admisibles para cables en instalaciones en edificios se venían recogiendo en la norma UNE 20460-5-523 hasta que en 2014 fue publicada la UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) que es la versión actualmente vigente y de aplicación según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), ITC-BT 19. Las intensidades admisibles de los cables descritos en este apartado se ajustan al contenido de la norma en vigor.

NOTA: En este catálogo figuran tablas en las que se alude a cables tripolares o a tres cables unipolares. Por cable tripolar se entiende cable multiconductor con 3 conductores cargados (típicamente en trifásica). Así por ejemplo un cable 5G16 en una instalación trifásica es un cable tripolar a efectos de las tablas de cargas porque, salvo influencia significativa de los armónicos, sólo llevará cargados los conductores de las 3 fases.

Cuando se habla de tres cables unipolares, análogamente nos referimos a una línea con 3 cables activos de un solo conductor, al margen de que en el circuito haya otros conductores considerados no activos (neutro sin armónicos y/o "tierra").



Cable unipolar



Cable multipolar (5 conductores)
para trifásica 3 conductores activos
si la línea está exenta de armónicos:

■ Modos de instalación

La tabla A.52.3 de la norma UNE HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52), relaciona los "modos de instalación", haciéndolos corresponder a unas instalaciones "tipo", cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar a aquellos, por lo que se pueden agrupar en una determinada tabla de cargas común (tabla C.52.1 bis) para todos los modos que se adaptan a la misma instalación tipo.

TABLA A.52.3

Métodos de instalación e instalaciones "tipo"

ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
1		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en paredes térmicamente aislantes.	A1

TABLA A.52.3

Métodos de instalación e instalaciones “tipo” (CONTINUACIÓN)

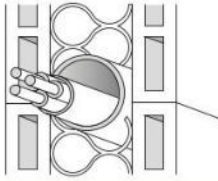
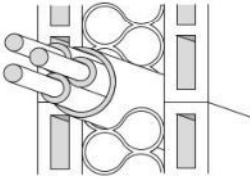
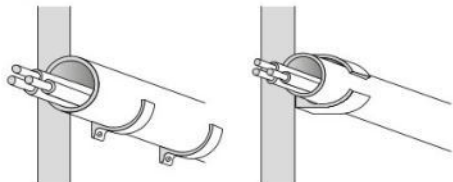
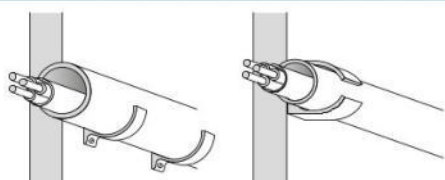
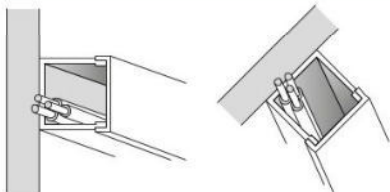
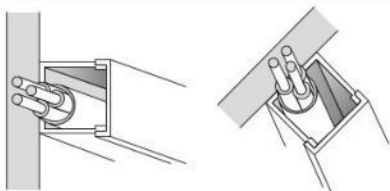
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
2		Cable multiconductor en conductos empotrados en una pared térmicamente aislante.	A2
3		Cable multiconductor empotrado directamente en una pared térmicamente aislante.	A1
4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...), no espaciados de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo.	B1
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...), no espaciado de ella a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conducto.	B2
6 7		Conductores aislados o cables unipolares en canal protectora fijada sobre una pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...): • En recorrido horizontal • En recorrido vertical.	B1
8 9		Cable multiconductor en canal protectora fijada sobre una pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...): • En recorrido horizontal. • En recorrido vertical.	B2 B2

TABLA A.52.3
Métodos de instalación e instalaciones “tipo” (CONTINUACIÓN)

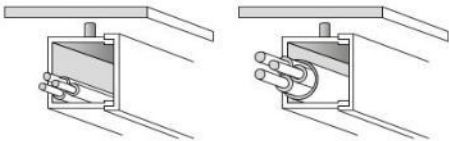
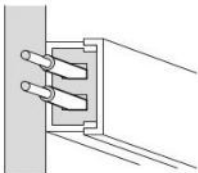
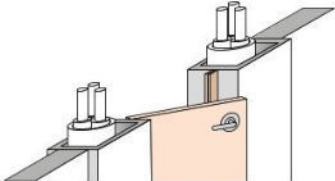
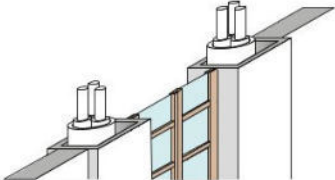
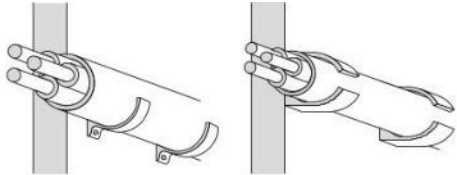
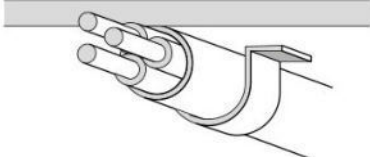
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
10 11		Conductores aislados en canal protectora suspendida.	B1
		Cable multiconductor en canal protectora suspendida.	B2
12		Conductores aislados o cables unipolares en molduras.	A1
15		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en arquitrave.	A1
16		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en los marcos de ventana.	A1
20		Cables unipolares o multipolares fijados sobre una pared de madera o espaciados menos de 0,3 veces el diámetro del cable de la pared.	C
21		Cables unipolares o multipolares fijados bajo un techo de madera o mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	C

TABLA A.52.3

Métodos de instalación e instalaciones “tipo” (CONTINUACIÓN)

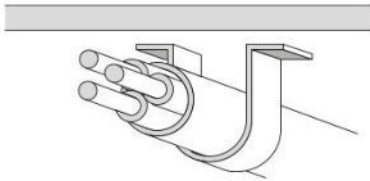
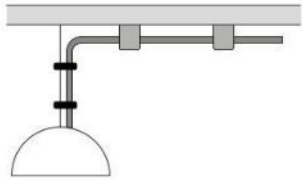
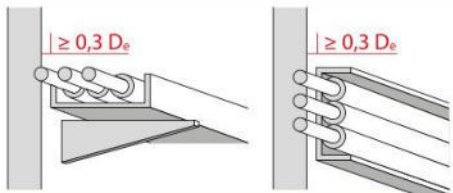
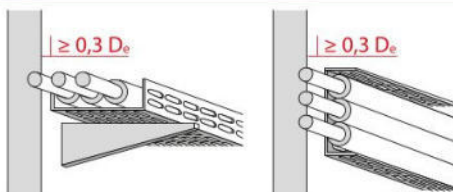
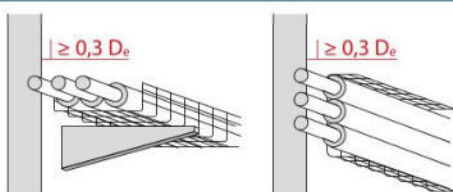
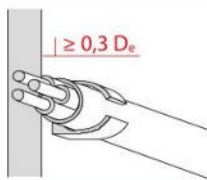
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
22		Cables unipolares o multipolares separados del techo.	En estudio, (se recomienda E).
23		Instalación fija de un receptor suspendido.	C
30		Cables unipolares o multipolares sobre bandejas de cables no perforadas: En recorrido horizontal. En recorrido vertical.	C
31		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas perforadas: En recorrido horizontal. En recorrido vertical.	E o F
32		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre soportes o bandeja rejilla: En recorrido horizontal. En recorrido vertical.	E o F
33		Cables unipolares (F) o multipolares (E) separados de la pared más 0,3 veces el diámetro del cable.	E o F

TABLA A.52.3

Métodos de instalación e instalaciones “tipo” (CONTINUACIÓN)

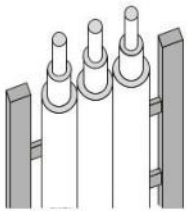
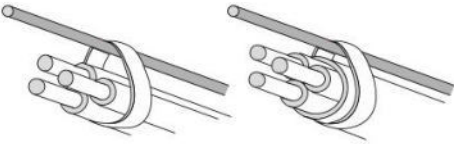
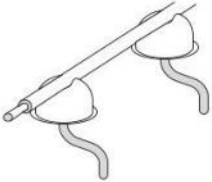
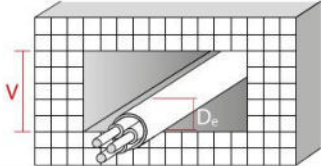
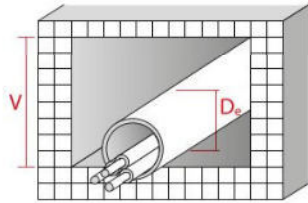
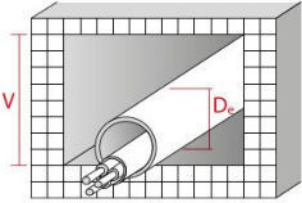
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
34		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre escaleras de cables.	E o F
35		Cables unipolares (F) o multipolar (E) suspendido.	E o F
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores.	G
40		Cables unipolares o multipolares en hueco de construcción.	$1,5 D_c \leq V < 5 D_c$ B2 $5 D_c \leq V < 20 D_c$ B1
41		Conductores aislados en conductos circulares en hueco de construcción.	$1,5 D_c \leq V < 20 D_c$ B2 $V \geq 20 D_c$ B1
42		Cables unipolares o multipolares en conductos circulares en hueco de construcción.	En estudio. Puede usarse $1,5 D_c \leq V < 20 D_c$ B2 $V \geq 20 D_c$ B1

TABLA A.52.3
Métodos de instalación e instalaciones “tipo” (CONTINUACIÓN)

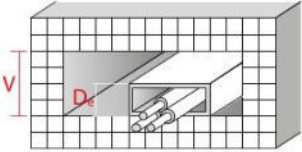
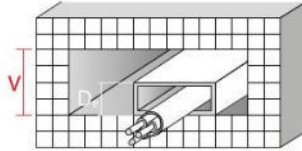
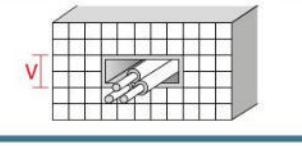
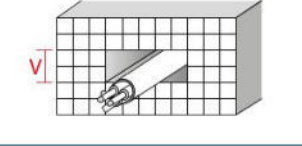
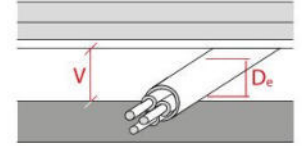
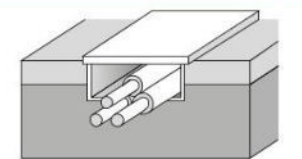
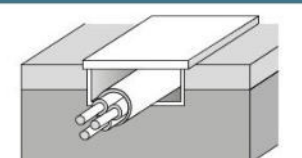
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
43		Conductores aislados en conductos no circulares en hueco de construcción.	$1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
44		Cables unipolares o multipolares en conductos no circulares en vacíos de construcción.	En estudio. Puede usarse $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
45		Conductores aislados en conductos de sección no circular empotrados en mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
46		Cables unipolares o multipolares en conductos de sección no circular empotrados en mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	En estudio. Puede usarse $1,5 D_e \leq V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
47		Cables unipolares o multipolares en hueco en el techo o en los suelos suspendidos.	$1,5 D_e \leq V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \leq V < 50 D_e$ B1
50		Conductores aislados o cables unipolares en canales empotrados en el suelo	B1
51		Cable multiconductor en canales empotrados en el suelo.	B2

TABLA A.52.3
Métodos de instalación e instalaciones “tipo” (CONTINUACIÓN)

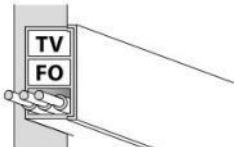
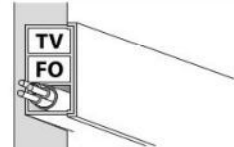
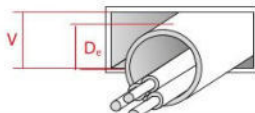
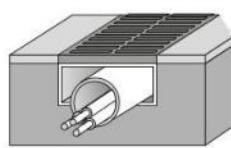
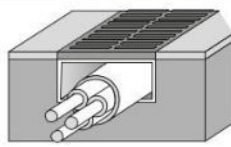
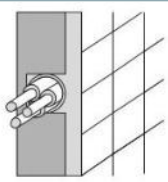
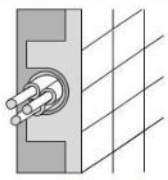
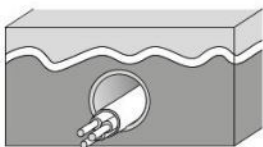
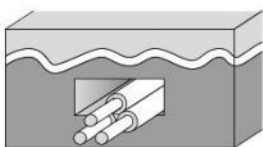
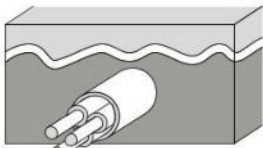
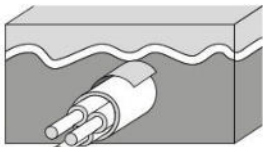
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
52		Conductores aislados o cables unipolares en canal empotrada.	B1
53		Cable multiconductor en canal empotrada.	B2
54		Conductores aislados o cables unipolares en tubo en canal de obra, no ventilada, en recorrido horizontal o vertical.	$1,5 D_c \leq V < 20 D_c$ B2 $V \geq 20 D_c$ B1
55		Conductores aislados en tubo, en canal de obra abierta o ventilada en el suelo.	B1
56		Cables unipolares o multipolares en canal de obra abierta o ventilada de recorrido horizontal o vertical.	B1
57		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ sin protección mecánica complementaria.	C
58		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ con protección mecánica complementaria.	C

TABLA A.52.3
Métodos de instalación e instalaciones “tipo”

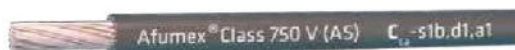
ELEMENTO	MÉTODOS DE INSTALACIÓN	DESCRIPCIÓN	TIPO
59		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	B1
60		Cables multiconductores en conductos empotrados en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	B2
70		Cable multiconductor en tubo o en conducto enterrado cerrado de sección no circular.	D1
71		Cables unipolares en tubo o en conducto enterrado.	D1
72		Cables unipolares o multipolares enterrados <i>sin</i> protección mecánica complementaria.	D2
73		Cables unipolares o multipolares enterrados <i>con</i> protección mecánica complementaria.	D2

Así pues, sólo habrá que considerar las tablas de carga de las diez instalaciones "tipo" (A1, A2, B1, B2, C, D1, D2, E, F y G) con las que se identificarán los distintos "métodos de instalación" mencionados.

Debe recordarse que el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) denomina "conductores aislados" a los conductores aislados sin cubierta como, por ejemplo, los cables

**WIREPOL CPRO RÍGIDO,
WIREPOL CPRO FLEXIBLE ó
AFUMEX CLASS 750 V (AS).**

Se trata de cables que, en el mejor de los casos presentan un nivel de aislamiento de 450/750 V y siempre serán unipolares, lo que limita su campo de aplicación a su "instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos".



El cable **AFUMEX CLASS 750 V (AS)** es conductor aislado unipolar.

Por otro lado, cuando se alude a los cables, se refiere siempre a conductores aislados con una cubierta adicional como, por ejemplo, los cables

**RETENAX CPRO FLEX ó
AFUMEX CLASS 1000 V (AS),**

tanto unipolares como multipolares.



Cable **RETENAX CPRO FLEX** unipolar y multipolar.

La posibilidad de empleo de uno u otro tipo de cable lo determinará el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de acuerdo con las características de la instalación.

Intensidades máximas admisibles

Como se puede observar, la tabla C.52.1 bis - Intensidades admisibles (en A) al aire (40 °C) de la norma UNE-HD 60364-5-52 (2014), que se reproduce en la página 51, presenta 18 columnas entre las que, según cual sea el "tipo" de instalación al que se corresponda el "método de instalación" adoptado, el número de

conductores cargados del circuito y la naturaleza del aislamiento, se tomará de la columna de cargas adecuada al caso que se trate.

Estas tablas se han confeccionado para las condiciones estándares de instalaciones al aire: un solo circuito a 40 °C de temperatura ambiente a la sombra y temperaturas máximas en el conductor de 70 °C para los aislamientos tipo termoplásticos, (PVC, poliolefinas Z1...) y de 90 °C para los termoestables, (XLPE, EPR, poliolefinas Z...).

Se observa que para instalaciones en el interior de edificios, no se distingue entre cables de tensión asignada 450/750 V ó 0,6/1 kV, ya que las resistividades térmicas de ambos son comparables y sólo varían de manera notable cuando se compara un "conductor aislado", que sólo tiene aislamiento, y un "cable" que dispone de aislamiento y cubierta, extremo que ya se ha tenido en cuenta al definir la instalación "tipo". Por tanto, para una determinada instalación "tipo", lo que define la tabla de cargas a considerar será el número de conductores activos, dos en monofásico o continua, o tres en trifásico, y la naturaleza del material aislante del conductor, termoplástico (PVC o de similar comportamiento térmico), o termoestable (XLPE o de similar comportamiento térmico), que determina la temperatura máxima admisible en el conductor en régimen permanente.

Para elegir correctamente el tipo de cable en la tabla C.52.1 bis, hay que tener en cuenta la siguiente división entre cables termoplásticos (PVC) y termoestables (XLPE):

El número 2 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay dos conductores activos (típicamente fase y neutro de instalaciones monofásicas, el conductor de protección no se considera activo).

El número 3 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay tres conductores activos (típicamente las 3 fases en suministros trifásicos. El neutro y el conductor de protección no se consideran activos normalmente en este tipo de instalaciones). Existe una consideración especial para neutros cargados por la influencia de los armónicos; este aspecto viene detallado en el anexo E de la UNE-HD 60364-5-52 (2014).

CABLES TERMOPLÁSTICOS

AFUMEX CLASS 500 V (AS)	ES05Z1-K TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS 750 V (AS)	H07Z1-K TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS HAZ (AS)	H07Z1-K TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS Paneles Rígido (AS)	H07Z1-R TYPE 2 (AS)
AFUMEX CLASS MÚLTIPLE 1000 V (AS)	Z1Z1-K (AS)
AFUMEX CLASS BLINDEX 500 V (AS)	Z1C4Z1-K (AS)
AFUMEX CLASS BLINDEX 1000 V (AS)	Z1C4Z1-K (AS)
WIREPOL CPRO Flex	H05V-K / H07V-K
WIREPOL CPRO Rígido	H05V-U / H07V-U / H07V-R
WIREPOL CPRO GAS	H05VV-F
SINTENAX CPRO AG	H05VV-F
SINTENAX CPRO 1000 V	VV-K
BLINDEX CPRO 500 V	VC4V-K
FLEXTREME	H07RN-F
DATAx LIYCY CPRO	LIYCY

CABLES TERMOESTABLES

AFUMEX PANELES Flex	H05Z-K / H07Z-K
AFUMEX CLASS 1000 V (AS)	RZ1-K (AS)
AFUMEX CLASS MANDO (AS)	RZ1-K (AS)
AFUMEX CLASS FIRS (AS+)	mRZ1-K (AS+)
AFUMEX CLASS ATEX (AS)	RZ1MZ1-K (AS)
AFUMEX CLASS ATEX 2RH (AS)	RZ1MZ1-K 2RH (AS)
AFUMEX EXPO	H07ZZ-F
AL AFUMEX CLASS (AS)	AL RZ1 (AS)
P-SUN 2.0 CPRO	ZZ-F
TECSUN H1Z2Z2-K	H1Z2Z2-K
RETENAX CPRO Flex	RV-K
RETENAX CPRO Rígido	RV
RETENAX FLAM F	RVFV
BLINDEX CPRO 1000 V	RC4V-K
RETENAX CPRO VARINET	RVKV-K
BUPRENO CPRO	DN-K
BUPRENO BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)	AL XZ1 (S)
AL POLIRRET CPRO	AL RZ
POLIRRET FERIEK CPRO	RZ

TABLA C.52.1 bis

Intensidades admisibles en amperios al aire (40 °C)

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																	
A1		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)																
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)																
B1				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)														
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)														
C						PVC3 (70 °C)													
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																	
E																			
F																			
Cobre	mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	25
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
	240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
	300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713
Aluminio	2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	
	4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	
	6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	
	10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	
	16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	82
	25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
	35				74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
	50				90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
	70				115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
	95				140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
	120				161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
	150					187	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
	185					212	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
	240					248	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482
	300					285	313	331	351	366	381	400	420	440	459	489	529	579	658

NOTAS: con fondo naranja figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios). Los valores con fondo azul no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la propia norma UNE-HD 60364-5-52. Los valores con fondo amarillo no figuran en la tabla original y no es posible calcularlos con la UNE-HD 60364-5-52, por lo que se ha recurrido al método de cálculo de la última versión internacional de la norma IEC 60364-5-52, que curiosamente no ha eliminado el método de cálculo como se ha hecho en la versión UNE-HD.

TABLA C.52.2 bis

*Métodos D1/D2	Sección mm²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20	27	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24	32	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2	-	-	-	-	-	70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3	-	-	-	-	-	58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

ANEXO V. Pliego de condiciones técnicas

1. OBJETO

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red, que por sus características esté comprendido en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de estos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas se encuentra asociado a las líneas de ayudas para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Fomento de Energías Renovables. Determinados apartados hacen referencia a su inclusión en la Memoria presentar con la solicitud de la ayuda, o en la Memoria de Diseño o Proyecto a presentar previamente a la verificación técnica

2. GENERALIDADES

Este Pliego se aplica en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para ser vendida en su totalidad a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red

Podrán optar a esta convocatoria otras aplicaciones especiales, siempre y cuando se aseguren unos requisitos de calidad, seguridad y durabilidad equivalentes. Tanto en la Memoria de Solicitud como en la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones, reservándose el IDAE su aceptación.

En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:

- Ley 2 de 2007, de 27 de marzo de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- 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.
- Orden de 26 de marzo de 2007 y posterior corrección de errores, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluza.

- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1699/201, 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 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Instrucción de 20 de junio de 2007, de la DIGIEM, sobre la aplicación de determinados aspectos del real decreto 661/2007, de 25 de mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Instrucción de 12-05-06 de 19 de junio de 2006, complementaria de la instrucción de 12 de enero de 2004 sobre procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.
- Instrucción 9-10-06 de 27 de diciembre de 2006, por la que se define los documentos necesarios para la tramitación de las correspondientes autorizaciones o registros ante la Administración Andaluza en materia de industria y energía.
- Instrucción de 21-01-04 de 9 de febrero de 2004, sobre Procedimiento de puesta en servicio de la Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red eléctrica.
- REAL DECRETO-LEY 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- (Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía) Resolución de 23 de febrero de 2005 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen normas complementarias para la conexión de determinadas instalaciones generadoras de energía eléctrica en régimen especial y agrupaciones de estas a redes de distribución en baja tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de AGOSTO, B.O.E. nº 224 de fecha 18 de septiembre de 2.002).
- Ley 16/02 de Protección y Control Integrado de la Contaminación.
- Ley 7/02 de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Reglamento de Puntos de Medida, aprobado por el Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre y modificado por el Real Decreto 385/2002 del 26 de abril.
- Real Decreto 1955/2000, de 27 de diciembre, sobre Requisitos de medida en Baja Tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- 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 las instalaciones de energía eléctrica.

- IEC 616143-11, EN 616143 que clasifica las protecciones de sobretensión en tipo 1 (vastas o Clase B en VDE o Clase 1 en IEC), tipo 2 (medias Clase C–VDE o Clase II en IEC) y tipo 3 (finas o clase D en VDE, clase III en IEC).
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida aprobadas por la Orden de 12 de abril de 1999.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias RD 3275/1982 modificado por O.M. 10 de abril 2000.
- IDAE. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Real Decreto 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- DIN VDE 0675, parte 6, la cual detalla las características de las diferentes zonas de protección de sobretensiones.
- Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía.
- 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.

SEGURIDAD Y SALUD:

- 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 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3. DEFINICIONES

3.1. Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

3.2. Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

3.3. Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en kWh/m².

3.4. Instalación

3.4.1. Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

3.4.2. Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora

3.4.3. Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

3.4.4. Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

3.4.5. Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

3.4.6. Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

3.4.7. Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

3.4.8. Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

3.4.9. Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

3.4.10. Potenciade la instalación fotovoltaica

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

3.5. Módulos

3.5.1. Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

3.5.2. Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

3.5.3. Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

3.5.4. Condiciones estándar de medida

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

3.5.5. Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

3.5.6. TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m², con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

3.6. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

3.6.1. Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

3.6.2. Revestimiento

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

3.6.3. Cerramiento

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

3.6.4. Elementos de sombreado

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada de este.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

4. DISEÑO

4.1. Diseño del generador fotovoltaico

4.1.1. Generalidades

El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2. Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.1.2. Orientación e inclinación y sombras

La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI + S)
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria de Solicitud y reservándose el IDAE su aprobación.

En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, y podrán ser utilizados por el IDAE para su verificación.

Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

4.2. Diseño del sistema de monitorización

El sistema de monitorización, cuando se instale de acuerdo con la convocatoria, 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.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kW.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRCIspra “Guide lines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

4.3. Integración arquitectónica

En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Solicitud y la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

En cualquier caso, el IDAE podrá requerir un informe de integración arquitectónica con las medidas correctoras a adoptar. La propiedad del edificio, por sí o por delegación, informará y certificará sobre el cumplimiento de las condiciones requeridas.

Cuando sea necesario, a criterio de IDAE, a la Memoria de Diseño o Proyecto se adjuntará el informe de integración arquitectónica donde se especifiquen las características urbanísticas y arquitectónicas del mismo, los condicionantes considerados para la incorporación de la instalación y las medidas correctoras incluidas en el proyecto de la instalación.

5. COMPONENTES Y MATERIALES

5.1. Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento

eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resultando la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de estos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de estos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2. 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 cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, 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 o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

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

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.

5.3. Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la CTE y demás normas aplicables.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el código técnico de la edificación 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 antes de proceder, en su caso, al 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 arrojarán 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 estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

La estructura soporte 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.

5.4. Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

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

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

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. 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 irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

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.

5.5. Cableado

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los

conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

5.6. Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

5.7. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.8. Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión ($1,1 U_m$ y $0,85 U_m$ respectivamente) serán para cada fase.

5.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán 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.

5.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13), sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

6. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación. Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de

funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas por realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión. Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo correspondiente.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasarán a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.

Retirada de obra de todo el material sobrante.

Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

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

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

7. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

En la Memoria de Solicitud se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes.

7.1. GMD (0)

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Meteorología
- Organismo autonómico oficial

7.2. GMD (α , β)

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro " representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura
- La eficiencia del cableado
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia
- La eficiencia energética del inversor
- Otros

La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Ep = Gdm(\alpha, \beta) Pmp PR / GCEM = kWh/día$$

Donde:

Pmp = Potencia pico del generador

GCEM= 1 kW/m²

Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla II. Generador Pmp = 1 kW, orientado al Sur (" = 0°) e inclinado 35° (β = 35°).

Mes	Gdm (0) [kWh/(m ² x día)]	Gdm (α = 0°, β = 35 °C) [kWh/(m ² x día)]	PR	Ep (kWh/día)
Enero	1.92	3.12	0.851	2.65
Febrero	2.52	3.56	0.844	3.00
Marzo	4.22	5.27	0.801	4.26
Abril	5.39	5.68	0.802	4.55
Mayo	6.16	5.63	0.796	4.48
Junio	7.12	6.21	0.768	5.03
Julio	7.48	6.67	0.753	5.03
Agosto	6.60	6.51	0.757	4.93
Septiembre	5.28	6.10	0.769	4.69
Octubre	3.51	4.73	0.807	3.82

Noviembre	2.09	3.16	0.837	2.64
Diciembre	1.67	2.78	0.850	2.36
Promedio	4.51	4.96	0.794	3.94

8. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

8.1. Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

8.2. Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

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 esta:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de esta.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kW y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

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 (nombre, titulación y autorización de la empresa).

8.3. Garantías

Ámbito general de la garantía

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

8.3.1. Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

8.3.2. Condiciones económicas

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas,

disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

8.3.3. Anulación de la garantía

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

8.3.4. Lugar y tiempo de la prestación

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 15 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador.

Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

ANEXO VI. Presupuesto por partidas

Presupuesto Instalación Fotovoltaica de 9,2 MWp y 11,7 MWh

C.P: O1211

Unidades	9.564.480	Uds	Cantidad	Precio Unitario	Total (€)
1	ESTRUCTURA SOPORTE FV				1.419.674,48
S.	Estructura para paneles en suelo	ud.	7.976	135,50	1.080.748,00
	Estructura para paneles en cubierta	ud.	5.308	45,66	242.363,28
	Instalación Estructura en suelo	ud.	7.976	6,45	51.445,20
M.O.	Instalación Estructura en cubierta	ud.	5.308	8,50	45.118,00
2	PANELES			0,180	1.580.729,58
S.	Suministro Paneles Fotovoltaicos Canadian Solar CS7N-TOP-14-F46-1400mm-T6-720V	Wp	9.498.060	0,15	1.453.203,18
M.O.	Instalación de paneles (incluido conexionado y embreado)	ud.	13.284	9,60	127.526,40
3	INVERSORES, CT E INTERCONEXIÓN BARRA 30 kV				997.556,00
S.	Inverter SUNGROW 350 KW	ud.	26	10.245,00	266.370,00
S.	CT 800V A30kV 10MVA	ud.	1	295.300,00	295.300,00
S.	Cuadros de protección en BT	ud.	1	195.500,00	195.500,00
M.O.	Posicionamiento e instalación de inversores y cajón	ud.	26	2.111,00	54.886,00
S y M.O	Interconexión Barra 30 kV con Celdas de Protección y Medida.	ud.	1	185.500	185.500
4	CABLE BT: SERIES DESDE PANELES HASTA INVERSORES DE CADENA			0,0049	305.189,62
S.	Suministro cable RV-k 1x16mm². Incluido gastos de envío a obra.	m.l.	207.946	0,87	180.912,77
M.O.	Instalación de cable RV-k 1x16mm²	m.l.	207.946	0,43	89.416,66
S.	Suministro conector macho 16 mm², tipo MC-4 o similar	ud.	1.994	1,80	3.589,20
S.	Suministro conector hembra 16 mm², tipo MC-4 o similar	ud.	1.994	4,50	8.973,00
M.O.	Mano de obra instalación de conector macho/hembra 16mm², incluido herramienta neces	ud.	3.988	1,44	5.742,72
M.O.	Conexionado y marcado/etiquetado permanente en Inversor de todos los conductores de entrada de continua (16 mm2). Se incluye mano de obra así como el material necesario (tornillería, cintaaislante/termorretractiles, etiquetas de marcado permanente, punteras y	ud.	190	65,33	12.384,70
M.O.	Pruebas y mediciones por MWp de tensión e Intensidad en los cables de C.C. (desde paneles cajas de	ud.	190	22,00	4.170,57
5	CABLE BT DESDE INVERSORES HASTA CT			0,0061	35.227,50
S.	Suministro de cable de Aluminio XZ1 All ground 0,6/1KV 1x240mm² incluido gastos de	m.l.	1950	12,55	24.472,50
M.O.	Instalación cable de Aluminio XZ1 All ground 0,6/1KV 1x240mm²	m.l.	1950	4,50	8.775,00
S.	Suministro de terminal BIMETALICO de 1x185 y 240mm² y conexionado en cuadros	ud.	100	3,40	340,00
M.O.	Instalación de terminal BIMETALICO de 1x185 y 240mm² y conexionado en cuadros	ud.	100	16,40	1.640,00
6	BATERÍAS DE ACUMULACIÓN E INTERCONEXIÓN BARRA 30 kV				2.591.143,00
S.	Suministro de Batería Sócrates C6901.6MWh	ud.	7	305.000,00	2.135.000,00
S.	CT 690V A30kV 6.4MVA BPS	ud.	1	215.000,00	215.000,00
M.O.	Posicionamiento e instalación de elementos	ud.	1	55.643,00	55.643,00
S y M.O	Interconexión Barra 30 kV con Celdas de Protección y Medida.	ud.	1	185.500,00	185.500,00
7	OTROS CABLEADOS			0,0030	17.826,51
S.	Suministro de cable de cobre 0,6/1KV de 1x240mm² para PUENTES TRAF0-INVERS	m.l.	90	14,9600	1.346,40
M.O.	Instalación y conexionado de cable de cobre 0,6/1KV de 1x240mm² para PUENTES TR	m.l.	90	1,80	162,00
S.	Suministro de manguera de cobre 0,6/1KV de 5x10mm² para SSAA. Incluido gastos de	m.l.	50	3,4560	172,80
M.O.	Instalación y conexionado de manguera de cobre 0,6/1KV de 5x10mm² para SSAA, baj	m.l.	50	0,53	26,50
S.	Suministro de manguera de cobre 0,6/1KV de 3x6mm² para SSAA. Incluido gastos de c	m.l.	50	1,2380	61,90
M.O.	Instalación y conexionado de manguera de cobre 0,6/1KV de 3x6mm² para SSAA, bajo	m.l.	50	0,53	26,50
S.	Suministro de cable FTP categoria 6 para comunicación de arrays de monitorización en c	m.l.	1.043	0,6700	698,81
M.O.	Instalación y conexionado de cable FTP categoria 6 para comunicación de arrays de mor	m.l.	1.043	0,45	469,35
S.	Suministro de cable de cobre desnudo de 50mm², para puesta a tierra de la estructura, c	m.l.	1.727	2,5500	4.403,85
M.O.	Instalación y conexión de cable de cobre desnudo de 50mm², para puesta a tierra de la e	m.l.	1.727	0,24	414,48
S.	Suministro de cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 1x16mm², para latiguillos de unión de ti	m.l.	360	1,0004	360,14
M.O.	Instalación y conexión de cable de cobre RV-K 0,6/1KV de 1x16mm², para latiguillos de	m.l.	360	2,50	900,00
S.	Suministro por MW de material de tierras vario (picas, terminales, tornillería, grapas, pe	ud.	5.853	947,32	5.544,66
M.O.	Instalación de tierras por MW vario para cajas, baculos CCTV, etc	ud.	5.853	553,41	3.239,11

8	OBRA CIVIL			0,0186	237.903,82
M.O.	Nivelación de parcela en algunos puntos por movimiento de tierra/ regularizaciones del terreno. Incluye Retro y Camión	m³	2890	15,50	44.795,00
M.O. + S.	Anclajes estructura suelo	ud	52	2.100,00	109.200,00
M.O. + S.	Realización de viales permanentes de 3,5 mts de ancho, así como zonas de maniobra y acceso a casetas (cumplir Proctor Test 95%): 1-Excavación de 35 cm., con extendido de material sobrante en la propia parcela. 2-Suministro y colocación de geotextil-Terram 3-Suministro, extendido y compactado de 30 cm de piedra (tamaño aprox. 10 cm). 4- Suministro, extensión y compactación de grava de 10 cm de espesor (una primera	m²	100	30,30	3.030,00
M.O. + S.	Ud. Bancadas Hormigón para Inversor, Trafos , incluyendo adecuación y nivelación pre	ud.	3	2.225,00	6.675,00
M.O. + S.	Excavación y hormigonado de pernos (0,5x0,5x0,5) para baculo de seguridad, incluido	ud.	37	70,00	2.590,00
S.	Ud. Suministro de Arqueta prefabricada PVC 60x60, incluido marco y tapa metálicos.	ud.	5	240,00	1.200,00
M.O.	Ud. colocación de Arqueta prefabricada PVC 60x60, incluido marco y tapa metálicos.	ud.	5	69,00	345,00
S.	Ud. Suministro de Arqueta prefabricada PVC 40x40 para instalación de Seguridad, inclu	ud.	9	33,58	302,22
M.O.	Ud. colocación de Arqueta prefabricada PVC 40x40 para instalación de Seguridad, inclu	ud.	9	40,00	360,00
S.	Ud. Suministro de Arqueta prefabricada de repuesto para roturas, incluido marco y tapa	ud.	1	900,00	900,00
S.	Portes arquetas	ud.	1	600,00	600,00
M.O.	Sellado de tubos en arquetas con espuma de poliuretano.	ud.	19	12,00	228,00
M.O.	M.I. Apertura y cierre de zanja de DC 40x65, incluido extendido de material sobrante es	m.l.	9000	6,00	54.000,00
M.O.	M.I. Apertura y cierre de zanja de DC 60x65, incluido extendido de material sobrante es	m.l.	350	7,00	2.450,00
M.O.	M.I. Apertura y cierre de zanja de Seguridad Y puesta a tierras 40x60, incluido extendi	m.l.	200	5,00	1.000,00
M.O. + S.	M.I. Suministro y colocación de cinta señalizadora de cables eléctricos.	m.l.	120	1,20	144,00
S.	M.I. Suministro de tubo UV, de diametro 63, incluido porte a obra.	m.l.	475	2,10	997,50
M.O.	M.I. colocación en zanja de tubo UV, de diametro 63, incluido descarga y reparto en ob	m.l.	475	0,78	370,50
S.	M.I. Suministro de tubo PVC decaplast doble capa, ROJO de diametro 63, incluido por	m.l.	6.474	0,38	2.460,12
M.O.	M.I. colocación en zanja de tubo PVC decaplast doble capa, ROJO de diametro 63, inc	m.l.	6.474	0,78	5.049,72
S.	M.I. Suministro de tubo UV, de diametro 90, incluido porte a obra.	m.l.	44	2,07	91,08
M.O.	M.I. colocación en zanja de tubo UV, de diametro 90, incluido descarga y reparto en ob	m.l.	44	0,95	41,80
S.	M.I. Suministro de tubo PVC decaplast doble capa, ROJO de diametro 90, incluido por	m.l.	684	0,62	424,08
M.O.	M.I. colocación en zanja de tubo PVC decaplast doble capa, ROJO de diametro 90, inc	m.l.	684	0,95	649,80
9	MONITORIZACION			0,0032	68.992,00
S.	Suministro de armario de comunicación Webdom, por estación.	ud.	5	4.576,00	22.880,00
S.	Suministro de datalogger de comunicación, por estación.	ud.	5	6.543,00	32.715,00
S.	Suministro de datalogger de estaciones meteorológicas, por estación meteo.	ud	2	1.045,00	2.090,00
S.	Suministro de Sonda de temperatura de panel y ambiente	ud.	2	2.311,00	4.622,00
S.	Suministro de Piranometro LP Pyra 10	ud.	1	4.355,00	4.355,00
S.	Suministro e instalación de conexión a internet	ud.	1	1.110,00	1.110,00
M.O.	Instalación de armario de comunicación Webdom	ud.	1	900,00	900,00
M.O.	Instalación de piranómetro y temperatura de panel	hora	10	32,00	320,00
10	ALQUILERES, SEGURIDAD Y SALUD			0,0007	57.396,00
M.O.	Coordinador de seguridad y salud	Ud/mes	6	7.500,00	45.000,00
M.O.	Alquiler de casetas de oficinas de 10m² aprox., incluido portes de entrega y recogida	Ud/mes	6	222,00	1.332,00
M.O.	Alquiler de caseta de almacen de 20m² aprox., incluido portes de entrega y recogida	Ud/mes	6	222,00	1.332,00
M.O.	Alquiler de comedor de 20m² aprox., incluido portes de entrega y recogida	Ud/mes	6	222,00	1.332,00
M.O.	Alquiler de asco químico y limpieza semanal del mismo, incluido portes de entrega y rec	Ud/mes	12	205,00	2.460,00
M.O.	Alquiler deposito agua 1000 litros, incluido portes de entrega y recogida	Ud/mes	6	80,00	480,00
M.O.	Alquiler deposito de gasoil, incluido portes de entrega y recogida	Ud/mes	6	160,00	960,00
M.O.	Alquiler de grupos electrogenos de 20 KVAs para suministro durante la obra, incluido p	Ud/mes	6	750,00	4.500,00
11	GESTION DE RESIDUOS			0,0005	4.565,65
M.O.	Alquiler de contenedores y portes a vertedero, por MW	MW	5,85340	780,00	4.565,65
13	CCTV			0,0148	36.713,00
M.O. + S.	Sistema de seguridad perimetral conectada a CRA	ud.	1	36.713,00	36.713,00

RESUMEN PRESUPUESTO				Presupuesto Oficial
1	ESTRUCTURA SOPORTE FV			1.419.674,48
				1.080.748,00
				45.118,00
2	PANELES			1.580.729,58
				1.453.203,18
				127.526,40
3	INVERSORES & CENTROS DE TRANSFORMACIÓN			997.556,00
				757.170,00
				240.386,00
4	CABLE BT: SERIES DESDE PANELES HASTA INVERSORES DE CADENA			305.189,62
				193.474,97
				111.714,65
5	CABLE BT DESDE INVERSORES HASTA CT			35.227,50
				24.812,50
				10.415,00
6	BATERÍAS DE ACUMULACIÓN E INTERCONEXIÓN BARRA 30 kV			2.591.143,00
				2.350.000,00
				241.143,00
7	OTROS CABLEADOS			17.826,51
				12.588,57
				5.237,94
8	OBRA CIVIL			237.903,82
				6.975,00
				230.928,82
9	MONITORIZACION			68.992,00
				67.772,00
				1.220,00
10	ALQUILERES, SEGURIDAD Y SALUD < 5 MW			57.396,00
				2,00
				57.396,00
11	GESTION DE RESIDUOS			4.565,65
				4.565,65
				2,00
12	CCTV			36.713,00
				36.713,00
				2,00
TOTAL PRESUPUESTO				5.988.024,87
				1.217.991,05
TOTAL PRESUPUESTO				7.206.015,92

MADRID
IZQUIERDO
ENRIQUE -
05905519Q

Firmado
digitalmente por
MADRID
IZQUIERDO
ENRIQUE -
05905519Q
Fecha: 2025.12.30
16:53:05 +01'00'

ANEXO VII. Estudio básico de seguridad y salud

1. OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud forma parte del Proyecto de Ejecución de la Instalación Fotovoltaica conectada en la red interior de la edificación sito en Carretera Miranda-Treviño s/n Km. 5 de Berantevilla (Álava 1211)., propiedad de Compañía Alavesa de Secado de Madera, S.A.. Este Estudio Básico de Seguridad y Salud contempla la totalidad de las actividades que se prevén realizar en la obra, y contiene las medidas de protección y prevención técnica necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud, en cumplimiento de lo estipulado por el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre.

El Estudio Básico de Seguridad y Salud también sirve como base para que, con anterioridad al comienzo de las obras, se elabore un Plan de Seguridad y Salud, tal como establece el anteriormente citado RD 1627/97. Durante el desarrollo de las obras contempladas en este Estudio, el Plan de Seguridad y Salud será el que permita conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores. En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio cumpliendo con los requisitos señalados en la normativa mencionada anteriormente

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

2.1. Descripción de la obra y situación

La obra objeto del presente proyecto consiste en la ejecución de una instalación fotovoltaica conectada en la red interior de la edificación situada en Carretera Miranda-Treviño s/n Km. 5 de Berantevilla (Álava 1211).

El campo de módulos fotovoltaicos se colocará sobre la cubierta. El inversor de conexión a red se alojará en el casetón de acceso a la cubierta. Desde él discurrirá el cableado de CA hasta el CGP.

2.2. Suministro de energía eléctrica

En principio no se prevé la necesidad de suministro eléctrico para la ejecución de los trabajos proyectados. No obstante, si durante la ejecución de la obra se detectase su necesidad, el suministro de energía eléctrica provisional de obra se tomará del existente en punto de suministro, siempre que se cuente con el consentimiento de la propiedad. En caso contrario se generará mediante un grupo electrógeno.

2.3. Suministro de agua potable

Se dispondrán los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

2.4. Coordinador de seguridad y salud

No se prevén interferencias en los trabajos. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/97, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

2.5. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

2.5.1. Presupuesto

El presupuesto de ejecución material para las obras, reflejado en el Proyecto de Ejecución de la Instalación Solar Fotovoltaica, asciende a la cantidad de **7.206.015 €**.

2.5.2. Plazo de ejecución estimado

Se ha estimado que la duración de los trabajos será de aproximadamente 140 días a partir de la fecha de su comienzo.

2.5.3. Número de trabajadores

El mínimo personal que se prevé que participe en la ejecución de las obras será de tres operarios

3. RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

3.1. Cercanía a líneas eléctricas de media tensión

- Riesgos más frecuentes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
 - Choques y golpes.
 - Proyecciones
 - Contactos eléctricos
 - Arco eléctrico
 - Explosiones
 - Incendios
- Medidas preventivas
 - En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad.
 - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento.
 - Zona de circulación de la maquinaria delimitada y señalizada.
 - Estimación de distancias por exceso.
 - Solicitar descargo cuando no puedan mantenerse distancias.

- Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas.
- Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos).
- Puestas a tierra en buen estado.
- Apoyos con interruptores, seccionadores, ..., conexión a tierra de las carcasas y partes metálicas de los mismos.
- Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra.
- Comprobación en el momento de su establecimiento y revisión cada seis años.
- Terreno no favorable: descubrir cada nueve años.
- Protección frente a sobreintensidades: cortacircuitos fusibles e interruptores automáticos.
- Protección frente a sobretensiones: pararrayos y auto válvulas.
- Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten.
- Solicitar el Permiso de Trabajos con Riesgos Especiales.
- Protecciones colectivas
 - Circuito de puesta a tierra.
 - Protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos).
 - Protección contra sobretensiones (pararrayos).
 - Señalización y delimitación.
- Protecciones individuales
 - Guantes
 - Casco
 - Botas de seguridad

4. RIESGOS LABORALES NO ELIMINABLES COMPLETAMENTE

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera relación se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes, a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

En la ejecución de la instalación fotovoltaica se han identificado los siguientes trabajos:

- Montaje de la estructura.
- Colocación y conexionado de los módulos fotovoltaicos.
- Ejecución de la instalación eléctrica.
- Puesta en tensión de la instalación.

4.1. Aspectos generales

4.1.1. Toda la obra

- Riesgos más frecuentes
 - Caídas de operarios al mismo nivel.
 - Caídas de operarios a distinto nivel.
 - Caídas de objetos sobre operarios.
 - Caídas de objetos sobre terceros.
 - Choques o golpes contra objetos.
 - Fuertes vientos.
 - Ambientes pulvígenos.
 - Trabajos en condición de humedad.
 - Contactos eléctricos directos e indirectos.
 - Cuerpos extraños en los ojos.
 - Sobreesfuerzos.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
 - Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
 - Recubrimiento, o distancia de seguridad (1 m) a líneas eléctricas de B.T.
 - Recubrimiento, o distancia de seguridad (3 - 5 m) a líneas eléctricas de A.T.
 - Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).
 - No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
 - Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
 - Señalización de la obra (señales y carteles).
 - Cintas de señalización y balizamiento.
 - Control de los accesos a la obra.
 - Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B.

- Evacuación de escombros.
- Escaleras auxiliares.
- Información específica.
- Equipos de protección individual
 - Cascos de seguridad
 - Calzado protector
 - Ropa de trabajo
 - Casquetes anti-ruidos
 - Gafas de seguridad
 - Cinturones de protección

4.1.2. Transporte de materiales

- Riesgos más frecuentes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Cortes.
 - Caída de objetos.
 - Desprendimientos.
 - Desplomes y derrumbes.
 - Atrapamientos.
 - Confinamiento.
 - Condiciones ambientales y señalización.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Inspección del estado del terreno.
 - Utilización de los pasos y vías existentes.
 - Limitación de la velocidad de los vehículos.
 - Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, ...)
 - Respeto de zonas señalizadas y delimitadas.
 - Exigencia y mantenimiento del orden.
 - Precaución en el transporte de materiales.
- Protecciones individuales
 - Guantes de protección
 - Cascos de seguridad

- Botas de seguridad

4.1.3. Evacuación de residuos y materiales

- Riesgos más frecuentes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Atrapamientos por objetos pesados.
 - Partículas en los ojos.
 - Sobreesfuerzos por alzamiento de cargas pesadas.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Todos los residuos se almacenarán en la zona prevista para ello.
 - Cuando se desmonten y transporten materiales o residuos de considerable peso o volumen, los operarios que los trasladen vigilarán en todo momento que los lugares de paso estén libres de personal, para evitar golpes con objetos.
 - Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
 - Si en las operaciones de carga de residuos se levanta polvo en el área de trabajo, los operarios deberán disponer de gafas de protección contra partículas.
 - El personal será debidamente formado en materia de ergonomía para evitar malas posturas.
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Botas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Gafas anti proyecciones.

4.2. Ejecución de la instalación fotovoltaica

4.2.1. Montaje de la estructura

- Riesgos más frecuentes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de materiales y objetos desde la cubierta.
 - Cortes y golpes producidos por el manejo de herramientas manuales.

- Cortes producidos por las aristas de la estructura.
 - Choques contra objetos.
 - Sobreesfuerzos.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Se mantendrá en todo momento el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas y tropiezos.
 - Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
 - Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.
 - Se prohíbe en general la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares de caída desde altura durante los trabajos de montaje de la estructura, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
 - Cuando sea necesario se instalarán redes de protección colectiva.
 - Se instalará una “línea de vida” en la cubierta, siendo obligatorio el uso correcto de arnés anticaída para todo el personal que acceda a la cubierta.
 - Se mantendrá en todo momento el orden y la limpieza durante los trabajos efectuados en la cubierta, para evitar la caída de objetos desde zonas altas.
 - Se acotará y señalizará la zona de trabajo, prohibiendo el tránsito en las inmediaciones de la cubierta durante el tiempo que duren los trabajos en ella.
 - El transporte y montaje de los elementos que componen la estructura se realizará con guantes de protección para evitar cortes producidos con las rebabas de los extremos de las barras que componen la estructura.
 - Cuando se monten o transporten partes de la estructura de considerable peso o volumen, los operarios que los trasladen vigilarán en todo momento que los lugares de paso estén libres de materiales y objetos, para evitar posibles golpes.
 - El personal será debidamente formado en materia de ergonomía para evitar malas posturas
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.

- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad de clase A.

4.2.2. Colocación y conexionado de los módulos

- Riesgos más frecuentes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de materiales y objetos desde la cubierta.
 - Cortes y golpes producidos por el manejo de herramientas manuales.
 - Cortes producidos por las aristas de la estructura.
 - Electrocutión o quemaduras por presencia de tensión en los conductores.
 - Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
 - Electrocutión por el uso de herramientas sin aislamiento.
 - Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Se mantendrá en todo momento el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas y tropiezos.
 - Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
 - Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.
 - Se prohíbe en general la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares de caída desde altura durante los trabajos de colocación de los módulos en la estructura, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
 - Cuando sea necesario se instalarán redes de protección colectivas.
 - Se instalará una “línea de vida” en la cubierta, siendo obligatorio el uso correcto de arnés anticaída para todo el personal que acceda a la cubierta.
 - Se mantendrá en todo momento el orden y la limpieza durante los trabajos efectuados en la cubierta, para evitar la caída de objetos al vacío.
 - Se acotará y señalizará la zona de trabajo, prohibiendo el tránsito en las inmediaciones de la cubierta durante el tiempo que duren los trabajos en ella.

- La colocación de los módulos en la estructura se realizará con guantes de protección para evitar cortes producidos con las rebabas de los extremos de las barras que componen a estructura.
- El conexionado de los módulos fotovoltaicos será ejecutado siempre por personal especialista, para evitar montajes incorrectos.
- Antes de conectar los módulos fotovoltaicos entre sí se realizará una minuciosa revisión de los terminales, para comprobar que se encuentran en perfecto estado.
- Para evitar que entre los terminales de los módulos fotovoltaicos exista tensión, con el peligro de electrocución que conlleva, los módulos permanecerán tapados hasta que concluyan la totalidad de los trabajos concernientes a la instalación eléctrica.
- Se prohíbe el conexionado de los módulos fotovoltaicos sin la utilización de los multi-contactos o clavijas macho-hembra adecuadas.
- Las herramientas utilizadas por los instaladores electricistas estarán protegidas por material aislante normalizado contra los contactos de energía eléctrica.
- Toda herramienta de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado será retirada inmediatamente y sustituida por otra en buen estado.
- El personal será debidamente formado en materia de ergonomía para evitar malas posturas.
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Guantes aislantes.
 - Botas de seguridad.
 - Botas aislantes de electricidad.
 - Cinturón de seguridad de clase A.
 - Comprobadores de tensión.
 - Herramientas aislantes de electricidad.

4.2.3. Ejecución de la instalación eléctrica

- Riesgos más frecuentes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.

- Cortes y golpes producidos por el manejo de herramientas manuales.
- Cortes y pinchazos por el manejo de guías y conductores.
- Electrocutación o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutación o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutación o quemaduras por conexiones directas sin clavijas macho- hembra.
- Electrocutación por el uso de herramientas sin aislamiento.
- Sobreesfuerzos por posturas forzadas.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Se mantendrá en todo momento el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas y tropiezos.
 - Cuando se realicen trabajos en interiores la iluminación no será inferior a 100 lux, medidos a 2 m del suelo.
 - Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.
 - Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas.
 - Se prohíbe en general la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares de caída desde altura durante la ejecución de la instalación eléctrica, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
 - Los cuadros eléctricos se mantendrán en perfectas condiciones y estarán protegidos para evitar contactos directos con la electricidad. La apertura del cuadro estará siempre cerrada, y solo la persona encargada y entendida de su manejo tendrá acceso al interior.
 - El montaje de los aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista, para evitar montajes incorrectos.
 - Para evitar la conexión accidental de la instalación fotovoltaica a la red interior, el cableado que va desde el cuadro general de la instalación fotovoltaica, hasta el Cuadro General de Protección del edificio en el que se realizará el entronque con la red interior de consumo se efectuará en último lugar.
 - Antes de conectar la instalación fotovoltaica a la red interior se llevará a cabo una minuciosa revisión de las conexiones, protecciones y empalmes de los cuadros generales, tal como indica el Reglamento de Baja Tensión, para detectar posibles fallos en la instalación debido a montajes incorrectos.

- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de clavijas macho-hembra adecuadas.
- Las herramientas utilizadas por los instaladores electricistas estarán protegidas por material aislante normalizado contra los contactos de energía eléctrica.
- Toda herramienta de los instaladores eléctricos cuyo aislamiento esté deteriorado será retirada inmediatamente y sustituida por otra en buen estado.
- En caso de ser necesaria la iluminación con portátiles, ésta se realizará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- El personal será debidamente formado en materia de ergonomía para evitar malas posturas.
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad con barboquejo.
 - Guantes aislantes.
 - Botas aislantes de electricidad.
 - Botas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad de clase A.
 - Comprobadores de tensión.
 - Herramientas aislantes de electricidad.

4.2.4. Puesta en tensión de la instalación

- Riesgos más frecuentes
 - Contactos eléctricos.
 - Arco eléctrico.
 - Proyecciones.
 - Incendios.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Uso de protecciones aislantes (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo) y herramientas manuales aisladas para trabajos en tensión hasta 1.000 V en corriente alterna y 1.500 V en corriente continua.
 - Evitar dos conductores descubiertos simultáneamente (sólo el de los trabajos).

- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Extremar precauciones de aislamiento.
- Cumplir procedimientos de ejecución
- Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad o la manipulación de las herramientas.
- Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas deberán interrumpirse en caso de tormenta.
- El jefe de trabajos determinará la interrupción de los trabajos si lo considera necesario.
- Protectores aislantes (alfombrilla o banqueta, capuchones, perfiles y telas aislantes para baja tensión).
- Material de señalización y delimitación (cinta delimitadora, señales, ...)
- Discriminador de baja tensión.
- Herramientas manuales aisladas.
- Protecciones individuales
 - Casco con barboquejo.
 - Pantalla con banda inactiva de protección facial contra quemaduras y proyección de partículas incandescentes producidas por arco eléctrico.
 - Guantes aislantes para trabajos en baja tensión.
 - Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
 - Ropa de trabajo normalizada.

5. RIESGOS EN EL USO DE EQUIPOS

5.1. Riesgos en el empleo de medios auxiliares

5.1.1. Escaleras de mano y tijera

- Consideraciones generales referentes al uso de escaleras metálicas:
 - Los largueros serán de una sola pieza y no presentarán deformaciones que puedan mermar su seguridad.
 - Las escaleras metálicas no estarán suplementadas con uniones soldadas.

- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante los dispositivos industriales fabricados para tal fin.
 - Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas anti-oxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Consideraciones generales referentes al uso de escaleras de madera:
 - Se prohíbe el uso de escaleras de madera en la ejecución de los trabajos contemplados en el presente Estudio.
- Riesgos más comunes en escaleras de mano
 - Rotura por defectos ocultos.
 - Caída de personas a distinto nivel y/o al vacío.
 - Vuelco lateral por apoyo irregular y/o deslizamientos por apoyo incorrecto.
- Medidas preventivas
 - Las escaleras metálicas se protegerán de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no queden ocultos los posibles desperfectos.
 - Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros, entendiéndose esta cota como tope máximo admisible. Para acceder a cotas elevadas se recomienda establecer una plataforma de resalto intermedia a los 2,5 m de altura, dotada de protección perimetral.
 - Está prohibido el acceso a lugares de altura igual o superior a 7 m mediante el uso de escaleras de mano sin largueros reforzados en el centro contra oscilaciones. Para mayores alturas se recomiendan otros sistemas.
 - Se prohíbe transportar pesos a mano o a hombro iguales o superiores a 25 kg sobre las escaleras de mano, ya que el operario puede desequilibrarse fácilmente.
 - Está prohibido que los trabajadores asciendan o desciendan con objetos ocupando sus manos, a tal efecto se emplearán cinturones portaherramientas, cajas pendientes de los hombros o medios similares para transportar los pequeños objetos o herramientas.
 - Se prohíbe la utilización de una misma escalera por dos o más operarios simultáneamente.
 - El ascenso y el descenso se realizarán frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños de la escalera.
 - Bajo régimen de fuertes vientos, cuando se salven alturas superiores a los 3 m el ascenso y descenso por la escalera se realizará dotado de cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad de acero

montado en paralelo a la escalera. Por dicho cable circulará libremente un “dispositivo de frenado anticaídas”, al que se anclará el fiador del cinturón de seguridad.

- Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- El extremo superior de la escalera se amarrará firmemente al objeto o estructura al que da acceso.
- La colocación de la escalera de mano se hará de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior $\frac{1}{4}$ de la longitud del larguero entre apoyos.
- Las escaleras de mano a utilizar sobrepasarán en 0,9 m la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el extremo superior del larguero al plano de desembarco, quedando totalmente prohibido el uso de tubos o redondos para suplementar los largueros.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar su estabilidad.
- Riesgos más comunes en escaleras de tijera
 - Caída de personas a distinto nivel y/o al vacío.
 - Vuelco lateral por apoyo irregular y/o deslizamientos por apoyo incorrecto.
- Medidas preventivas con escaleras de tijera
 - Queda prohibida la utilización de escaleras de tijera a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo, ya que tales plataformas deben tener una anchura mínima de 60 cm (3 tablones), y el ancho normalizado de las escaleras no permite un apoyo de tal amplitud.
 - Los cuatro apoyos de la escalera se situarán sobre una superficie firme, quedando prohibido su sustento sobre suplementos como cajones, bloques, materiales diversos, etc., por crear situaciones inestables de alto riesgo.
 - Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura de cadenilla (o cable de acero), de limitación de apertura máxima.
 - Las escaleras de tijera estarán dotadas de topes de seguridad de apertura en su articulación superior.
 - Las escaleras se montarán siempre sobre pavimentos horizontales (o sobre superficies provisionales horizontales).
 - Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Protecciones individuales

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Guantes de protección de PVC o goma.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón de seguridad.
- Calzado antideslizante.

5.1.2. Andamios

- Riesgos más comunes
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.
 - Desplome del andamio.
 - Todos aquellos que se derivan del posible padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, ...)
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Los andamios siempre deben estar perfectamente arriostrados para evitar movimientos que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
 - Las plataformas de trabajo tendrán una anchura mínima de 60 cm y estarán firmemente ancladas a los apoyos, evitando así movimientos por deslizamiento o vuelco.
 - Los tablones que formen las plataformas de trabajo no presentarán defectos visibles y estarán libres de nudos que mermen su resistencia. Se cuidará la limpieza de los tablones, de forma que puedan apreciarse posibles desperfectos causados por el uso.
 - Las plataformas de trabajo que se ubiquen a 2 o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales continuas con una altura mínima de 90 cm, formadas por pasamanos, barra o listón intermedios y rodapiés.
 - La distancia de separación entre el andamio y el parámetro vertical de trabajo no será superior a 30 cm en prevención de caídas.
 - Queda totalmente prohibido correr sobre las plataformas de los andamios, para evitar accidentes por caídas.
 - Se prohíbe abandonar sobre las plataformas de los andamios materiales o herramientas, ya que pueden caer sobre las personas.
 - Antes de que los trabajadores suban a la plataforma andamiada se revisará toda su estructura para evitar situaciones de riesgo.

- Los tramos verticales de los andamios (módulos o pies derechos) se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
 - En las zonas de terreno inclinado los pies derechos de los andamios se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.
 - Los andamios deberán soportar 4 veces la carga máxima prevista.
 - A lo largo y ancho de los parámetros verticales se establecerán “puntos fuertes” de seguridad en los que arriostrar los andamios.
 - Si en algún elemento se detecta un fallo técnico o mal funcionamiento, será inmediatamente desmontado para su reparación.
 - Durante los reconocimientos técnicos previos para la admisión del personal que trabajará sobre los andamios en esta obra, se intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos que puedan padecer los operarios y provocarles accidentes (vértigo, epilepsia, trastornos cardíacos, etc.).
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Botas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad.
 - Cinturón portaherramientas.
 - Calzado antideslizante.

5.2. Riesgos en el empleo de maquinaria y herramientas

5.2.1. Grúa autopropulsada y/o carretilla elevadora

Se empleará para descargarlos materiales (estructura, módulos fotovoltaicos, ...) desde el medio de transporte utilizado, así como para depositar en la cubierta dichos equipos.

- Riesgos más comunes
 - Atropello de personas
 - Desplome de la carga
 - Colisión contra otras máquinas.
 - Golpes por la carga a personas o estructuras.
 - Vuelco del vehículo.
 - Atrapamientos.
 - Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.

- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Se prohíbe la permanencia de personas en torno a las máquinas en distancias inferiores a 5 metros.
 - El maquinista limpiará sus botas de barro o grava antes de iniciar los desplazamientos, para evitar resbalar en los pedales.
 - Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
 - No se utilizarán aparejos, balancines, eslingas o estribos defectuosos o dañados.
 - Nunca se abandonará la máquina en carga.
 - Antes de izar una carga, el maquinista comprobará en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo.
 - Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante de la máquina en función de la extensión del brazo.
 - Si no se tiene visibilidad no se dará marcha atrás sin la ayuda de un maquinista.
 - Se instalarán señales de peligro de obra, balizamiento y dirección obligatoria para la orientación del resto de vehículos o maquinaria.
 - Las maniobras de descarga serán dirigidas por alguien especialista en los riesgos de maniobras incorrectas.
 - El maquinista asegurará la inmovilización del brazo antes de iniciar ningún desplazamiento.
 - Las cargas en suspensión se guiarán con la ayuda de cabos de gobierno.
 - El gruísta tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán dirigidas expresamente por una persona encargada de las señalizaciones pertinentes, para evitar riesgos por maniobras incorrectas.
 - Quedan totalmente prohibidos el paso y la permanencia de personas bajo la carga en suspensión.
 - Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán los calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y en los gatos estabilizadores.
 - En caso de existir rampas de acceso, éstas no superarán el 20 % de inclinación.
 - Se prohíbe realizar la suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo esté inclinada hacia el lado de la carga.
 - Se prohíbe estacionar o circular a distancias inferiores de 2 m de cortes del terreno.

- La máquina se mantendrá alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Se prohíbe arrastrar cargas con la máquina.
- Todos los operarios evitarán el contacto con el brazo telescópico en servicio.
- Los operarios subirán y bajarán de las máquinas por los lugares previstos para ello.
- Los operarios limpiarán sus botas de barro o grava antes de subir a las máquinas, para evitar resbalones.
- Se prohíbe saltar directamente al suelo desde la máquina, salvo riesgo inminente para la integridad física del operario.
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.
 - Botas de seguridad.

5.2.2. Máquinas/herramientas eléctricas

- Riesgos más comunes
 - Contactos con la energía eléctrica.
 - Cortes y erosiones en las manos.
 - Torceduras, cortes y otras lesiones, causadas por pisadas sobre herramientas.
 - Atrapamientos.
 - Aquellos derivados de la rotura del disco (en máquinas/herramientas con capacidad de corte).
 - Proyección de fragmentos o partículas.
 - Polvo ambiental.
 - Ruido.
- Medidas preventivas y protecciones colectivas
 - Antes de la utilización de cualquier herramienta eléctrica se comprobará el estado del cable y de la clavija de conexión. Si el aparato presenta hilos de cobre al descubierto o empalmes rudimentarios cubiertos con cinta aislante será rechazado inmediatamente.

- El suministro eléctrico para alimentar las máquinas eléctricas se efectuará a partir cuadro general (o de distribución) mediante manguera antihumedad dotada de clavijas macho-hembra estancas.
- Se evitarán las conexiones directas hilo-enchufe.
- Las máquinas o herramientas eléctricas que emplear en esta obra estarán protegidas mediante doble aislamiento.
- La persona encargada de la seguridad en obra comprobará diariamente que la conexión a tierra de las máquinas eléctricas a través del cable eléctrico de alimentación es encuentra en buen estado.
- En los aparatos que precisen de carcasa de protección se comprobará que no falta ninguna pieza de dicha carcasa. En caso de que falte algún elemento de la carcasa la máquina-herramienta será reparada y si esto no es posible será sustituida.
- Las máquinas/herramientas que precisen de carcasa de protección normalizada no podrán ser utilizadas sin dicha protección
- Queda totalmente prohibido depositar las máquinas/herramientas eléctricas aún en movimiento en el suelo.
- Se prohíbe dejar las herramientas de corte o taladro abandonadas en el suelo para evitar accidentes.
- Una vez finalizado el trabajo con cualquier herramienta eléctrica ésta será desconectada de la red.
- Los trabajadores que manejen máquinas/herramientas eléctricas contarán con guantes de protección para evitar el riesgo de erosión y lesiones en las manos
- Se prohíbe abandonar en el suelo o dejar conectadas a la red eléctrica las máquinas/herramientas eléctricas.
- Los motores eléctricos de las máquinas/herramientas estarán protegidos por carcasas y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamiento o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones mediante engranajes estarán protegidas mediante un bastidor que soporte un cerramiento a base de malla metálica. Dicha malla se dispondrá de tal forma que, permitiendo la observación de la correa, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica. Dicha malla se dispondrá de tal forma que, permitiendo la observación de la correa, impida el atrapamiento de personas u objetos.

- El montaje y ajuste por correas se realizará siempre mediante “monta correas” (o dispositivos similares), nunca con las manos, destornilladores, ...
 - Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en las máquinas/herramientas accionadas por transmisiones por correas en marcha. Los ajustes, reparaciones, etc. se realizarán a motor parado.
 - Se procurará no recalentar los discos de las máquinas/herramientas.
 - No se golpeará con el disco al mismo tiempo que se está cortando.
 - Los discos gastados o agrietados serán sustituidos inmediatamente.
 - La persona encargada de la seguridad en obra revisará diariamente los discos de corte, cerciorándose de que son sustituidos cuando es necesario.
 - Las máquinas/herramientas con capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti-proyecciones.
 - Aquellos operarios que trabajen con máquinas/herramientas eléctricas que puedan dar lugar a proyecciones, contarán con ropa de trabajo adecuada para prevenir los golpes de los fragmentos de material desprendidos, así como gafas de protección.
 - Los operarios que trabajen con máquinas/herramientas eléctricas de corte en materiales que desprendan polvo lo harán siempre con mascarilla con filtro mecánico antipolvo, para evitar lesiones pulmonares.
 - Si fuese necesario, la zona en donde se vayan a realizar cortes con máquinas/herramientas eléctricas se humedecerá periódicamente para evitar la formación de polvo.
 - Los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido contarán con las protecciones individuales pertinentes, si el ruido no puede reducirse por otros medios (silenciadores).
 - Queda prohibido el uso de máquinas/herramientas eléctricas por personal no autorizado.
 - Las máquinas/herramientas eléctricas en situación de avería o en aquellas en las que se halla apreciado un funcionamiento anómalo se paralizará inmediatamente y se señalarán mediante una señal de peligro con la leyenda “NO CONECTAR, EQUIPO/MÁQUINA AVERIADA”.
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad.
 - Guantes de protección.

- Botas de seguridad.
- Mandil y manguitos de cuero.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Gafas de seguridad anti-proyecciones.
- Mascarilla antipolvo.

5.2.3. Grupo eléctrico

- Riesgos más comunes
 - Vuelco del grupo durante su transporte.
 - Quemaduras (producidas durante las operaciones de mantenimiento).
 - Contactos eléctricos.
 - Ruido.
 - Incendios y explosiones.
 - Sobreesfuerzos por alzamiento del grupo eléctrico.
- Medidas preventivas
 - El grupo eléctrico será transportado en un vehículo apto para el transporte de mercancías, asegurando su fijación de modo que no pueda deslizarse sobre el suelo ni volcar.
 - Siempre se transportará en posición horizontal.
 - Toda labor de mantenimiento se realizará con el grupo eléctrico sin funcionar.
 - Las carcasas protectoras estarán siempre cerradas.
 - El grupo eléctrico que se utilice irá dotado de un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad como mínimo, completado con la puesta a tierra de la instalación y parada de emergencia del grupo.
 - El grupo nunca funcionará con las tapas de los bornes descubiertas.
 - Las tomas de corriente serán de tipo industrial y adecuadas para el uso a la intemperie.
 - Los trabajadores que ejecuten obras cerca del grupo eléctrico y estén expuestos a altos niveles de ruido contarán con las protecciones individuales pertinentes.
 - Las operaciones de llenado de combustible se realizarán siempre con el motor parado.
 - El personal será debidamente formado en materia de ergonomía para evitar malas posturas.

- Protecciones colectivas
 - Acotado y señalización de las zonas de trabajo.
 - Formación e información.
- Protecciones individuales
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de seguridad
 - Guantes de protección.
 - Botas de protección.
 - Protectores auditivos.

6. ASISTENCIA SANITARIA

La obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente señalado y de fácil acceso, con los medios necesarios para los primeros auxilios en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa instaladora.

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Además, garantizará la existencia de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada).

Se colocarán en lugares visibles listas con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis... para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia. Como mínimo, los carteles recogerán los siguientes datos:

- Teléfono general de urgencias: 112
- Datos de centro sanitario con servicio de urgencias más cercano vienen detallados en el PSS correspondiente.

7. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

Se señalarán los accesos a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena a la misma colocando en su caso, si es posible, los cerramientos necesarios.

8. PREVISIONES PARA TRABAJADORES 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.

La instalación fotovoltaica cuenta con diversos dispositivos que permiten dejar sin tensión de forma manual la totalidad o alguna de las partes que componen la planta en caso

de ser necesaria alguna actuación para realizar labores de mantenimiento o reparación en condiciones de seguridad y salud:

- Seccionador de CC: el inversor empleado en la presente instalación incorpora un seccionador en carga que permite desconectar el grupo de módulos fotovoltaicos.
- Seccionador de CA situado en el Cuadro de Protección General del edificio: dicho elemento hace posible desconectar la instalación fotovoltaica de la red eléctrica interior.

ANEXO VIII. GESTIÓN DE RESIDUOS

1. GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA CONSTRUCCIÓN R.D. 105/2008

1.1. Antecedentes

El presente Estudio realiza la identificación y estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra quedando excluidos los residuos generados por demolición, al no existir y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

1.2. Residuos generados por la obra

1.2.1. Introducción

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se adjunta el estudio anexo que establece los requisitos exigidos por la legislación sobre la gestión de los residuos que se generen en la obra.

Según el Reglamento Autonómico correspondiente (Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos, artículo 2) tienen la consideración de Residuos no municipales: Los comerciales, los industriales, los agrícolas, los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en las obras mayores.

Partiendo de aquí, el Real Decreto 105/2008 establece que es “Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición”.

1.2.2. Identificación de los residuos procedentes de la construcción

Aquellos codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden Ministerial de Medio Ambiente MAM/304/2002 de 8 de febrero y sus modificaciones posteriores.

1.2.2.1. Clasificación y descripción de los residuos:

El Plan de Gestión Integrada de los Residuos de Construcción y Demolición define como Residuos de Construcción y Demolición aquellos residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria. Este Plan de Gestión divide en dos grupos el conjunto de RCD generados, de acuerdo con sus características y origen. Como redactores de este documento consideramos válida esta clasificación:

RCD's de Nivel I (tierras y materiales pétreos). - 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.

RCD's de Nivel II (escombros). - 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 a generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se incluyen en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

1.2.3. Estimación de cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos

La estimación de residuos a generar figura en la siguiente tabla. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra prevista sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc. que dependerán de las condiciones de suministro y se contemplarán en el correspondiente Plan de Residuos de las Obras. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo con lo establecido en la Orden MAM/304/2002. (Lista europea de residuos).

En esta estimación de recursos no se prevé la generación de residuos peligrosos. Así mismo tampoco es previsible la generación de otros residuos peligrosos derivados del uso de sustancias peligrosas como disolventes, pinturas, etc. y de sus envases contaminados. Los códigos expuestos son de acuerdo con lo establecido en la Orden MAM/304/2002. (Lista europea de residuos).

CÓDIGO L.E.R.	Descripción	Volumen (m3)	Densidad (Tn/m3)	Masa (Tn.)
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	0.01	8.96	0.089
15 01 01	Envases de papel y cartón	4	0.10	0.4

En esta estimación de recursos no se prevé la generación de residuos peligrosos. Ya que como indica la propia Orden MAM/304/2002, únicamente los residuos marcados con asterisco son considerados como peligrosos según la Directiva 91/689/CEE, por lo que los residuos generados en la actividad NO son peligrosos.

1.2.4. Medida de segregación "IN SITU" previstas (clasificación/selección)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, 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:

Residuo	Cantidad (Tn)
Hormigón	80.00
Ladrillos, tejas, cerámicas	40.00
Metales	2.00
Madera	1.00
Vidrio	1.00
Plásticos	0.50
Papel y cartón	0.50

El Real Decreto contempla la posibilidad de que por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen pudiendo encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado):

	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
	Derribo separativo/segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos---). Solo en caso de suponer las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del RD 105/2008
	Recogida de escombros en obra nueva, y posterior tratamiento en planta (*)

(*) Se colocarán contenedores de 2 m3 en obra para acopio de residuos voluminosos tipo plástico, papel, madera, metal, vidrio y sustancias orgánicas por un lado y el resto de los residuos derivados de la construcción por el otro.

1.2.5. Medidas de prevención de generación de residuos

Debido al pequeño volumen de la obra, no se llevará a cabo almacenaje de productos sobrantes reutilizables ni el envío de estos a vertedero.

1.2.6. Medidas para la separación de los residuos

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Se prevén las siguientes medidas: Para la separación de los residuos peligrosos que se generen se dispondrá de un contenedor adecuado ubicado a pie de obra. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.

Para situar dichos contenedores se reservará una zona con acceso desde la vía pública en el recinto de la obra que se señalará convenientemente y que se encuentra marcada en el plano del presente Estudio de Gestión de Residuos. Para toda la recogida de residuos se contará

con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.

No obstante, lo anterior, en el Plan de Gestión de Residuos habrá de preverse la posibilidad de que sean necesarios más contenedores en función de las condiciones de suministro, embalajes y ejecución de los trabajos. En relación con los restantes residuos previstos, las cantidades no superan las establecidas en la normativa para requerir tratamiento separado de los mismos.

1.2.7. Reutilización, valorización o eliminación

No se prevé la posibilidad de realizar en obra ninguna de las operaciones de reutilización, valorización ni eliminación debido a la escasa cantidad de residuos generados. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizado para su correspondiente retirada y tratamiento posterior.

Los restantes residuos se entregarán a un Gestor de Residuos de la Construcción no realizándose pues ninguna actividad de eliminación ni transporte a vertedero directa desde la obra, excepto en las tierras no contaminadas procedentes de las excavaciones que se transportarán a vertedero autorizado.

En general los residuos que se generarán de forma esporádica y espaciada en el tiempo salvo los procedentes de las excavaciones que se generan de forma más puntual. No obstante, la periodicidad de las entregas se fijará en el Plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto.

1.2.8. Prescripciones técnicas

1.2.8.1. Con carácter general

Prescripciones que 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 mediante contenedores o sacos industriales.

La 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.

1.2.8.2. Con carácter particular

- El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores 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.

- 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.
- 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 contenedores 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.
- En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
- 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.

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.

- La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- 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.
- 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. 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.
- 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.

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.

- Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.
- 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.

- Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas 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.
- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

1.2.9. Presupuesto de la gestión de residuos

El presupuesto correspondiente a la gestión de residuos, en el que se ha tomado como referencia la base de precios de la construcción de Andalucía asciende a doscientos cuarenta y dos euros con sesenta y un céntimos de EUROS (242,61 €), excluido I.V.A.

ANEXO IX. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

1. OBJETO

Se redacta el presente Plan de Control de Calidad como anejo del proyecto reseñado a continuación con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 232/1993 de 30 de septiembre de Control de Calidad en la Edificación en la comunidad autónoma de Galicia y en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el CTE modificado por RD 1371/2007.

2. CONDICIONES DE PROYECTO

2.1. Generalidades

El proyecto describirá la instalación y definirá las obras de ejecución de esta con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución.

En particular, y con relación al CTE, aprobado mediante el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, los Proyectos de Ejecución deben incluir, como parte del contenido documental de los mismos, un Plan de Control que ha de cumplir lo recogido en la Parte I en los artículos 6 y 7, además de lo expresado en el Anejo II., de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas en el proyecto cumplen las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente a la instalación proyectada, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento de la instalación, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales de la instalación.
- Las instrucciones de uso y mantenimiento de la instalación terminada, de conformidad con lo previsto en el CTE y demás normativa que sea de aplicación.

2.2. Control de proyecto

El control del proyecto tiene por objeto verificar el cumplimiento del CTE y demás normativa aplicable y comprobar su grado de definición, la calidad de este y todos los aspectos que puedan tener incidencia en la calidad final de la instalación proyectada.

Los DB establecen, en su caso, los aspectos técnicos y formales del proyecto que deban ser objeto de control para la aplicación de los procedimientos necesarios para el cumplimiento de las exigencias básicas.

3. CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

3.1. Generalidades

Las obras de la instalación se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el anejo II se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

- Control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras.
- Control de ejecución de la obra.
- Control de la obra terminada.

3.2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

3.3. Control de documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

3.4. Control de recepción mediante Distintivos de Calidad y Evaluaciones de Idoneidad Técnica

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

3.5. Control de recepción mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

4. CONTROL DE EJECUCIÓN DE OBRA

Durante la instalación, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

5. CONTROL DE OBRA TERMINADA

En la obra terminada, bien sobre la instalación en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

5.1. Elementos constructivos

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por el Real Decreto 842/2.002, de 2 de Agosto, (BOE 18/09/2002).

5.1.1. Fase de recepción de las instalaciones

- Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones.
- ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.
- ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones.
- Procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión en la Comunidad de Madrid, aprobado por (Orden 9344/2003, de 1 de octubre. (BOCM 18/10/2003)

6. DOCUMENTO DE SEGUIMIENTO DE LA OBRA

En el siguiente se detalla, con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra, tanto la exigida reglamentariamente, como la documentación del control realizado a lo largo de la obra.

7. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA

Las obras de las instalaciones dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- Libro Plan de Seguridad y Salud de acuerdo con lo previsto en el Decreto 1.627/97, de 24 de octubre.
- El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra. El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

8. DOCUMENTACIÓN DEL CONTROL DE LA OBRA

El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:

- El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El instalador recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

La documentación de calidad preparada por el instalador sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

9. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la instalación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento. Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

10. ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADOS

Los Organismos de Control Autorizado (OCA) serán las entidades encargadas de verificar el cumplimiento de las condiciones de seguridad de productos e instalaciones mediante las actividades de certificación, ensayo, inspección o auditorías que fuesen necesarias.

La valoración de la inspección del Organismo de Control autorizado se establece según el número de visitas a la obra y la duración en meses del seguimiento de la ejecución de las infraestructuras que se deben inspeccionar.

11. CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PRECIOS CONSTRUCTIVOS

Se redacta el presente documento de condiciones y medidas para obtener las calidades de los materiales y de los procesos constructivos en cumplimiento de:

Plan de Control según lo recogido en el Artículo 6º Condiciones del Proyecto, Artículo 7º Condiciones en la Ejecución de las Obras y Anejo II Documentación del Seguimiento de la Obra de la Parte I del CTE, según REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Con tal fin, la actuación de la dirección facultativa se ajustará a lo dispuesto en la siguiente relación de disposiciones y artículos.

12. PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE MARCADO CE

La LOE atribuye la responsabilidad sobre la verificación de la recepción en obra de los productos de construcción al director de la ejecución de la obra que debe, mediante el correspondiente proceso de control de recepción, resolver sobre la aceptación o rechazo del producto. Este proceso afecta, también, a los fabricantes de productos y los constructores (y por tanto a los jefes de obra). Con motivo de la puesta en marcha del Real Decreto 1630/1992 (por el que se transponía a nuestro ordenamiento legal la Directiva de Productos de Construcción 89/106/CEE) el habitual proceso de control de recepción de los materiales de construcción está siendo afectado, ya que en este Decreto se establecen unas nuevas reglas para las condiciones que deben cumplir los productos de construcción a través del sistema del marcado CE. El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de instalaciones que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.

- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico

El marcado CE de un producto de construcción indica:

Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidas en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo). Que se ha cumplido el sistema de evaluación de la conformidad establecido por la correspondiente Decisión de la Comisión Europea (Estos sistemas de evaluación se clasifican en los grados 1+, 1, 2+, 2, 3 y 4, y en cada uno de ellos se especifican los controles que se deben realizar al producto por el fabricante y/o por un organismo notificado). El fabricante (o su representante autorizado) será el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del

13. VALORACIÓN ECONÓMICA

ENSAYO DE CABLEADO Y CANALIZACIONES	132.36 €
<u>CONTROL ESTRUCTURAS DE ACERO</u>	<u>136.58 €</u>
PRESUPUESTO TOTAL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	268.94 €

ANEXO X. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

1. OBJETO DEL MANUAL

El objetivo de este manual es proporcionar la información necesaria para el mantenimiento de la instalación fotovoltaica a las personas encargadas de realizarlo.

En cada una de las unidades del manual se describirán las actuaciones a realizar para un correcto mantenimiento y después de su descripción se adjuntarán los Check List correspondientes a cada unidad, es necesario recordar que este mantenimiento solo puede ser realizado por personal con conocimientos eléctricos y que además este autorizado para ello.

2. PANELES FOTOVOLTAICOS

Los paneles fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica, por lo tanto, es indispensable para un correcto funcionamiento de la instalación un adecuado mantenimiento de estos.

Para realizar un adecuado mantenimiento es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

2.1. Limpieza de paneles fotovoltaicos

La suciedad de las placas puede aumentar las pérdidas hasta un 10 %. Está previsto que la limpieza de las placas se realice al menos una vez al año, con agua con muy baja concentración de cal. Los periodos de limpieza de placas coincidirán con las épocas del año en las que la estadística indica que es más baja la pluviometría y por tanto se pueda acumular más suciedad en las placas.

Estas fechas se determinarán con la herramienta Meteonorm. Estas limpiezas se realizarán a mediados de mayo y/o a principios de agosto. Si por algún casual hubiese un mes en el que no lloviese por lo menos 3 días al mes se procedería a limpiar las placas hasta terminar la limpieza de todas o hasta que lloviese lo suficiente como para que las placas se limpien. Ya que las limpiezas se realizarán en meses calurosos el secado de las placas se realizará por el contacto con el aire (Se han realizado pruebas y el tiempo medio de secado de placas es de 5 minutos).

Es necesario hacer hincapié en la limpieza de los excrementos de aves ya que pueden ya que al ser más opacos que el polvo pueden producir disminuciones de rendimiento similares a los que producen la presencia de sombras.

2.2. Aislamiento

Comprobación de la oxidación de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas. Normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo de rotura de las capas de encapsulado. Esta comprobación se realizará mediante una inspección visual anual, de los circuitos de los paneles fotovoltaicos, estos circuitos pueden estar serigrafiados o impresos, se prestará mayor hincapié en los serigrafiados ya que son de menor calidad.

2.3. Conexiones y cableado de paneles

1. Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
2. Comprobación de la estanquidad de las cajas de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales.

En caso de observarse fallos de estanquidad, será necesaria la sustitución de los elementos y a la limpieza de los terminales. Además, es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, un adecuado sellado se puede conseguir utilizando silicona.

Examen visual, anualmente, de la estructura metálica que compone el panel fotovoltaico, en caso de detectar cualquier oxidación repararlo mediante un baño de minio.

2.4. Estructura soporte

Detectar degradaciones, indicios de corrosión o deformaciones. En caso necesario, lijar y reparar con minio o pintura galvanizada aquellas partes de la estructura soporte que presente corrosión.

Sustituir los elementos de sujeción deteriorados por otros nuevos. Prestar atención a la fijación de los rieles metálicos a la superficie de la cubierta, especialmente en los puntos en que se prevean potenciales problemas: cerca de canalones, exutorios y lucernarios.

3. CAJAS

Para realizar el mantenimiento de estas cajas es necesario:

- Realizar, anualmente, una inspección visual de las cajas de conexiones para comprobar el correcto estado de cables, conexiones de los cables, fusibles, portafusibles y limpieza de las cajas.

Para realizar esta inspección será necesario abrir los interruptores y realizar la inspección manualmente. En el caso que se detectará alguna anomalía se procederá a la reparación de la parte dañada y a la limpieza de las cajas.

- Comprobar, anual y manualmente, un adecuado apriete de tornillos y conexiones en los embarrados de las cajas.

Cada 6 meses se procederá a la medida de todas las ramas de la instalación para comprobar su correcto funcionamiento, midiendo la intensidad y la tensión en cada rama mediante una pinza amperimétrica, así como la comprobación de una adecuada conexión de las bornas en la caja AC y en la entrada del inversor.

4. INVERSORES

Para realizar la inspección de los inversores se realizarán las siguientes comprobaciones.

- Observación visual del estado y funcionamiento del equipo
- Presencia de posibles mensajes de error en el display de información.

- Actualización del software si se requiere
- Limpieza del polvo que se encuentra en los circuitos del inversor utilizando una máquina sopladora.
- Apriete de los terminales de corriente continua y de corriente alterna.
- Comprobación del buen funcionamiento de los ventiladores.

Antes de realizar cualquier operación dentro del inversor hay que desconectarlo de manera controlada. La secuencia de apagado/encendido en el inversor es la siguiente:

4.1. Apagado

1. Seccionar la parte de CC en el inversor y en la caja de CC si hubiere (colocar todos los interruptores en su posición inferior, desconexión).
2. Abrir el interruptor de corriente alterna de la Caja de AC (para ello hay que ponerlo en la posición Off).

Una vez se ha desconectado el inversor (dejar tiempo para descarga de condensadores y verificar antes, en cualquier caso) se podrán realizar las operaciones necesarias para el mantenimiento en el interior del inversor.

4.2. Conexión

Para volver a conectar el inversor los pasos a seguir son los siguientes:

1. Levantar los interruptores de la caja de CC si la hubiere o del propio inversor; comprobar que los leds de los inversores se encienden (luz verde parpadea) y que el display del inversor funciona correctamente.
2. Subir el interruptor de corriente alterna del cuadro de AC.
3. Comprobar que el inversor busca y encuentra el punto de máxima potencia (luz verde fija).

5. MÓDULO DE MEDIDA

Existe un contador electrónico trifásico bidireccional. Cumple todo lo recogido en la ITC-BT-16 y se ajusta a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador va montado sobre un armario de poliéster de un cuerpo auto extingible reforzado con fibra de vidrio, resistente a los Rayos UV con placas base de metálicas mecanizada para el montaje del contador electrónico bidireccional. El mantenimiento de esta parte de la instalación fotovoltaica comprende los siguientes pasos:

- Controlar el estado del contador.
- Comprobar el estado de los fusibles y si es necesario cambiarlos.
- Observar si en el menú del contador de medida se encuentran todos los datos esperados (generación total, generación diaria...).

Los pasos que seguir para realizar el mantenimiento de los módulos de medida son los siguientes:

1. Apertura del interruptor-seccionador del módulo de medida donde se encuentra instalado el contador.
2. Cierre del interruptor-seccionador del módulo de medida.

6. SISTEMA DE INTERCONEXIÓN Y CONEXIONES

Está constituido por los elementos necesarios para realizar la conexión eléctrica en DC, en AC y los elementos de protección en AC y DC.

6.1. Sistemas de interconexión

Los cables utilizados están diseñados para garantizar una caída de tensión no superior a 1,5% tanto en los tramos DC como AC.

El mantenimiento que realizar en estos sistemas de interconexión consiste en comprobar el nivel de aislamiento del cableado y realizar una inspección visual de estos donde sea posible (arquetas disponibles). Solo en el caso en el que se produzca una disminución de rendimiento o este asegurado un problema en estos se procederá a desembriar estos cables para su reparación.

Para medir las caídas de tensión se procederá, anualmente, a la medida simultánea de tensiones en la caja Vs, más alejada del inversor, y a la entrada del inversor para comprobar la diferencia entre estas medidas es menor del 1,5%.

Se procederá de la misma manera entre la caja general de alterna y el cuadro de protección general (contadores) para comprobar que la diferencia es menor a 1,5 %.

Para la medida de resistencia de aislamiento se utiliza un megómetro, conectando el borne positivo al conductor a medir y el negativo a la pantalla del cable y al sistema de puesta a tierra. Después de efectuada la medida se descarga el cable poniendo el conductor a tierra.

6.2. Protecciones

En el presente apartado se describen las medidas a adoptar para el adecuado mantenimiento de las protecciones contra el riesgo de las personas y para las protecciones contra sobre intensidades y cortocircuitos.

6.2.1. Protección contra el riesgo para las personas

Para la protección de las personas se toman dos tipos de medidas:

- Protección contra contactos directos.
- Protección contra contactos indirectos.

La protección contra contactos directos queda asegurada mediante un aislamiento apropiado de todas las partes activas de la instalación, según establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la instrucción ITCBT -24.

En la parte de continua de la instalación se protege a las personas de los contactos indirectos mediante la utilización de módulos con clase de aislamiento II. En la protección contra contactos indirectos en la parte de corriente alterna se utiliza protección diferencial y puesta a tierra, según la instrucción ITC-BT-24. La protección diferencial se realiza mediante un interruptor automático con protección diferencial, que cumple con la instrucción ITC-BT-17 “Dispositivos generales e individuales de mando y protección” e ITC-BT-24 “Protección contra los contactos directos e indirectos”.

Al realizar el mantenimiento se provocará el salto manual del interruptor diferencial para comprobar que salta correctamente. El mantenimiento de los interruptores consiste en comprobar su correcto funcionamiento, en el caso de no funcionar correctamente se procederá a su sustitución. Los pasos para comprobar el correcto funcionamiento del interruptor son los siguientes:

1. Con el interruptor abierto medir tensiones a la entrada y a la salida, comprobando que hay tensión de entrada, pero no tensión de salida.
2. Con el interruptor cerrado medir tensiones de entrada y de salida y comprobar su igualdad.

6.2.2. Protección contra sobre intensidades

En la parte de corriente alterna, la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos que puedan producirse en la instalación se realiza mediante un interruptor magneto térmico.

El interruptor magneto térmico elegido depende de la corriente de cortocircuito de la red en el punto de conexión y atiende a las instrucciones ITC-BT-22, sobre protecciones contra sobre intensidades, ITC-BT -17, referente a dispositivos privados de mando y protección, e ITC-BT-24 referente a la protección contra contactos directos e indirectos.

El mantenimiento de los interruptores magneto térmicos es el mismo que el de los interruptores diferenciales:

1. Con el interruptor abierto medir tensiones a la entrada y a la salida, comprobando que hay tensión de entrada, pero no tensión de salida.
2. Con el interruptor cerrado medir tensiones de entrada y de salida y comprobar su igualdad.

En el caso de no funcionar correctamente se procederá a su sustitución.

6.2.3. Protección contra sobre tensiones

En la parte de corriente continua y en la parte de corriente alterna (del inversor) hay instalados descargadores de tensión. Dichas protecciones están colocadas en cada polo (+ y -) y tierra.

7. SEGUIMIENTO REMOTO DE LA PRODUCCIÓN

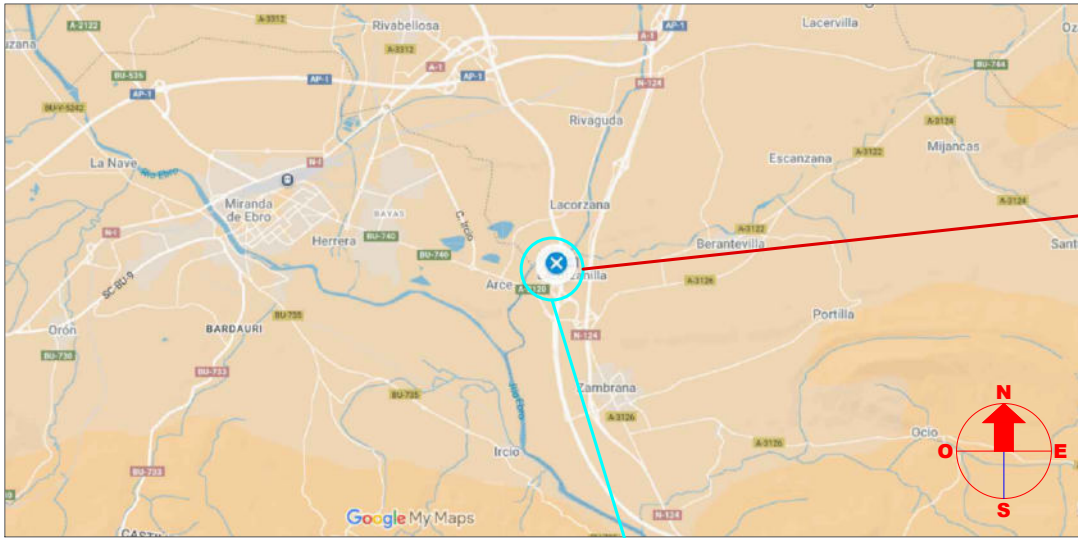
7.1. Seguimiento de la producción

Diariamente se descargarán los datos de la producción de los contadores en cada una de las instalaciones (a las doce de la noche). De esta forma es posible saber si la instalación puede tener algún problema y solucionarlo con la mayor celeridad posible.

De esta manera se realizará un seguimiento continuado de la instalación y será mucho más fácil detectar problemas. Las descargas se realizarán diariamente del portal WEB de HUAWEI y el análisis de datos será realizado el primer día de la semana, por el ingeniero encargado del Mantenimiento quien analizará tanto los datos de la semana anterior como el acumulado anual.

ANEXO XI. Documentación gráfica

1. PLANOS



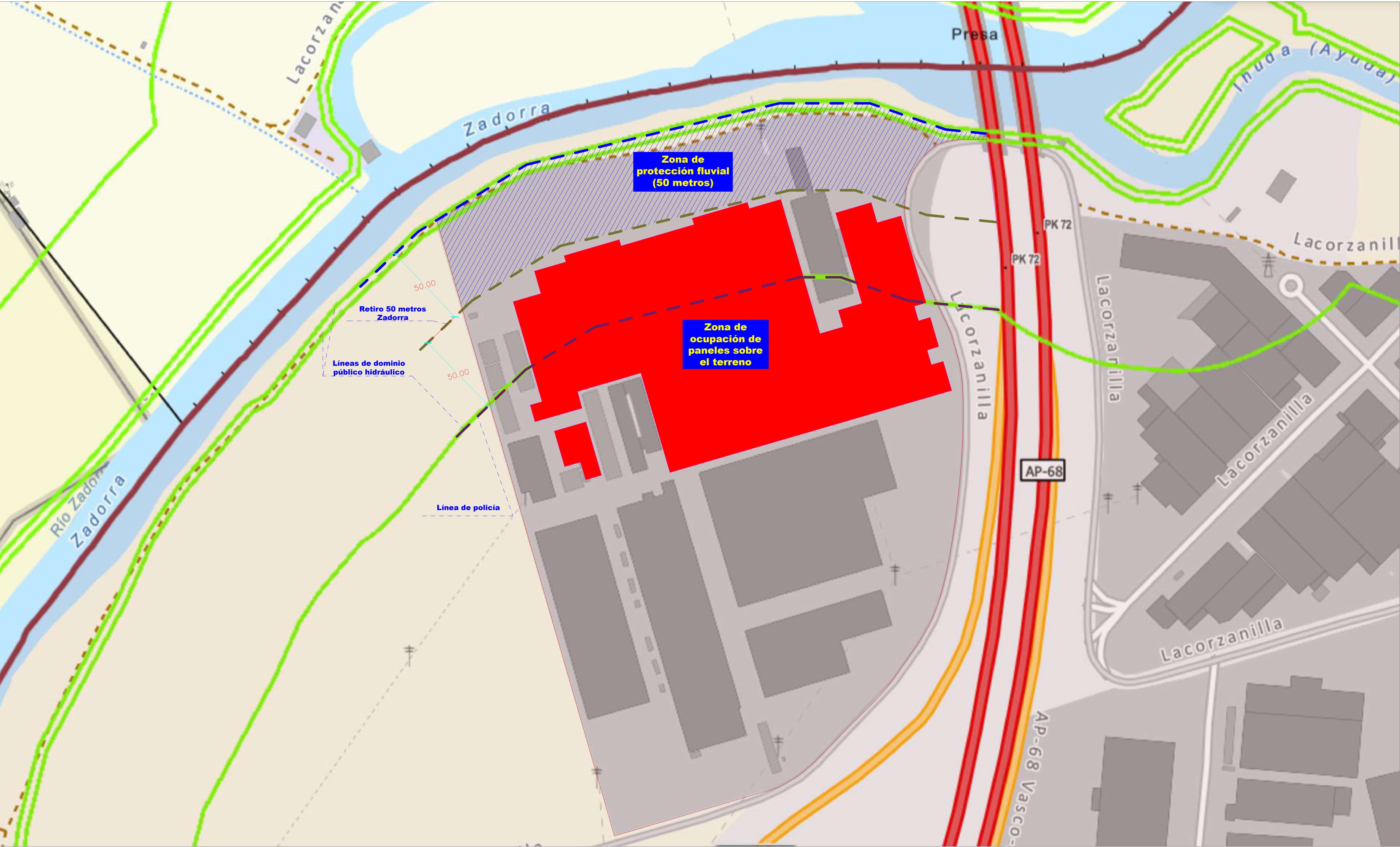
Plano de Situación. s/e



Localización y estado actual e: 1/1000

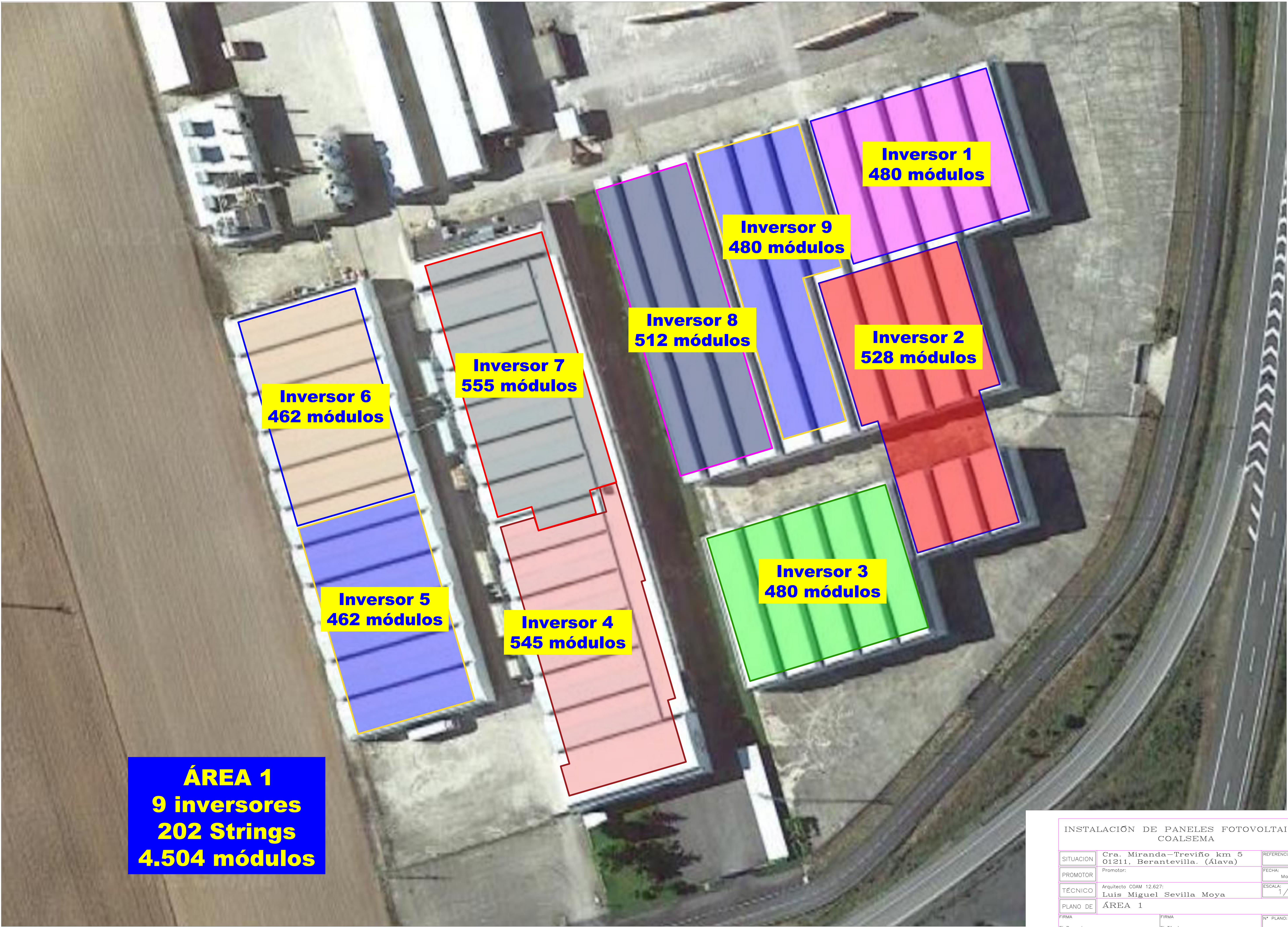
INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS
COALSEMA

SITUACION	Cra. Miranda–Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	PLANO DE SITUACIÓN	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 1



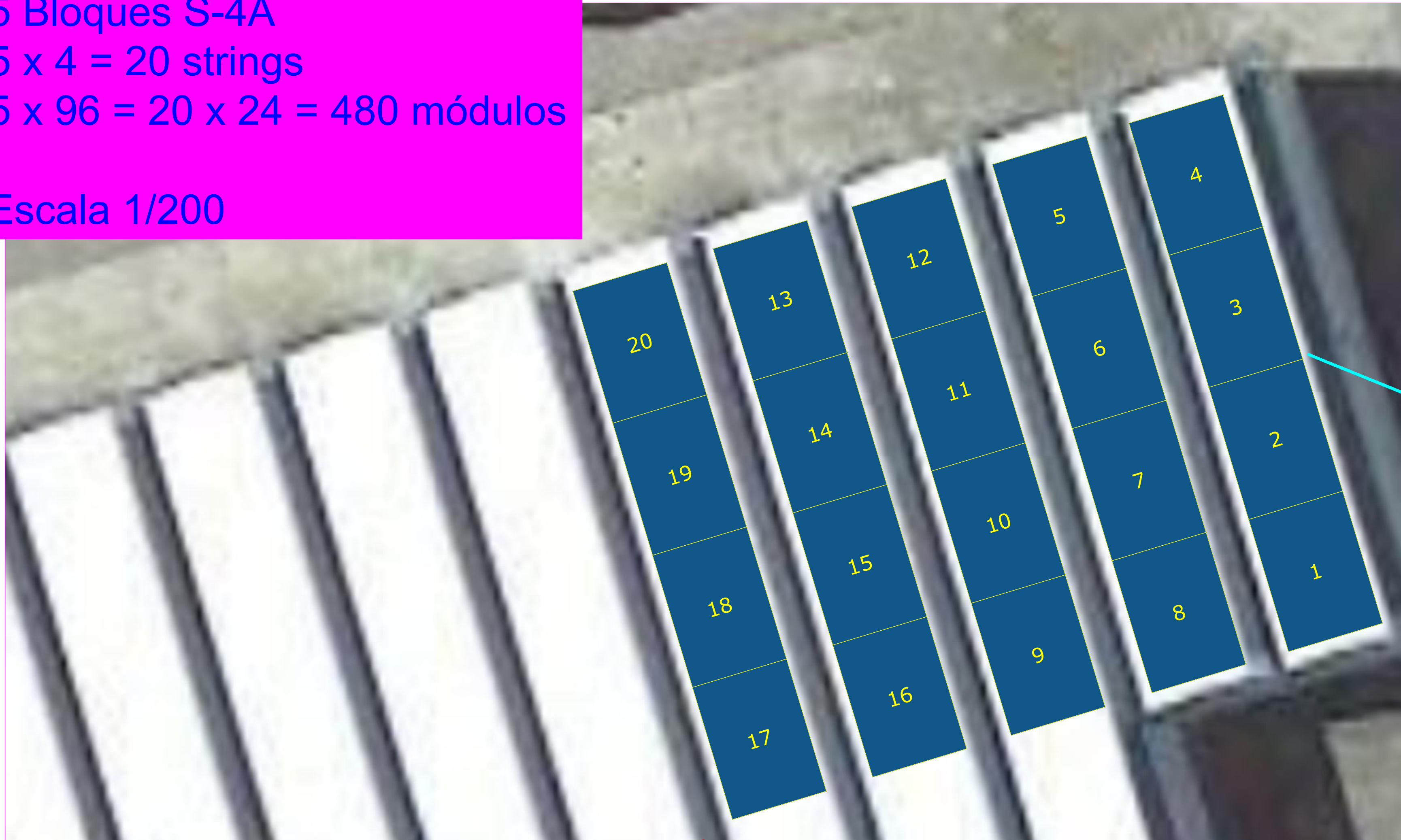
INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS
COALSEMA

SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: 1/1000
PLANO DE	RESTRICCIONES FLUVIALES	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 2



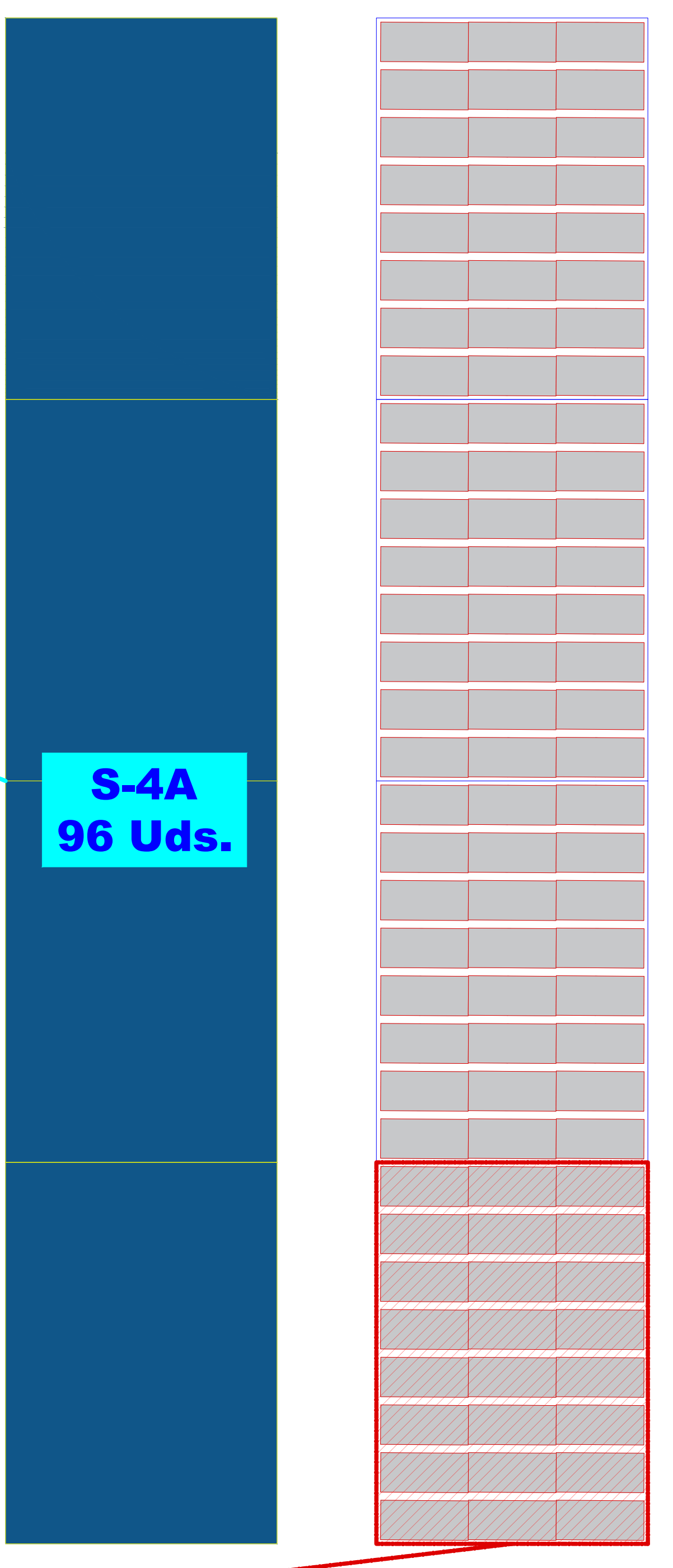
Inversor 1
5 Bloques S-4A
5 x 4 = 20 strings
5 x 96 = 20 x 24 = 480 módulos

Escala 1/200



Bloque S-4A:
4 String A
4 x 24 =96 módulos

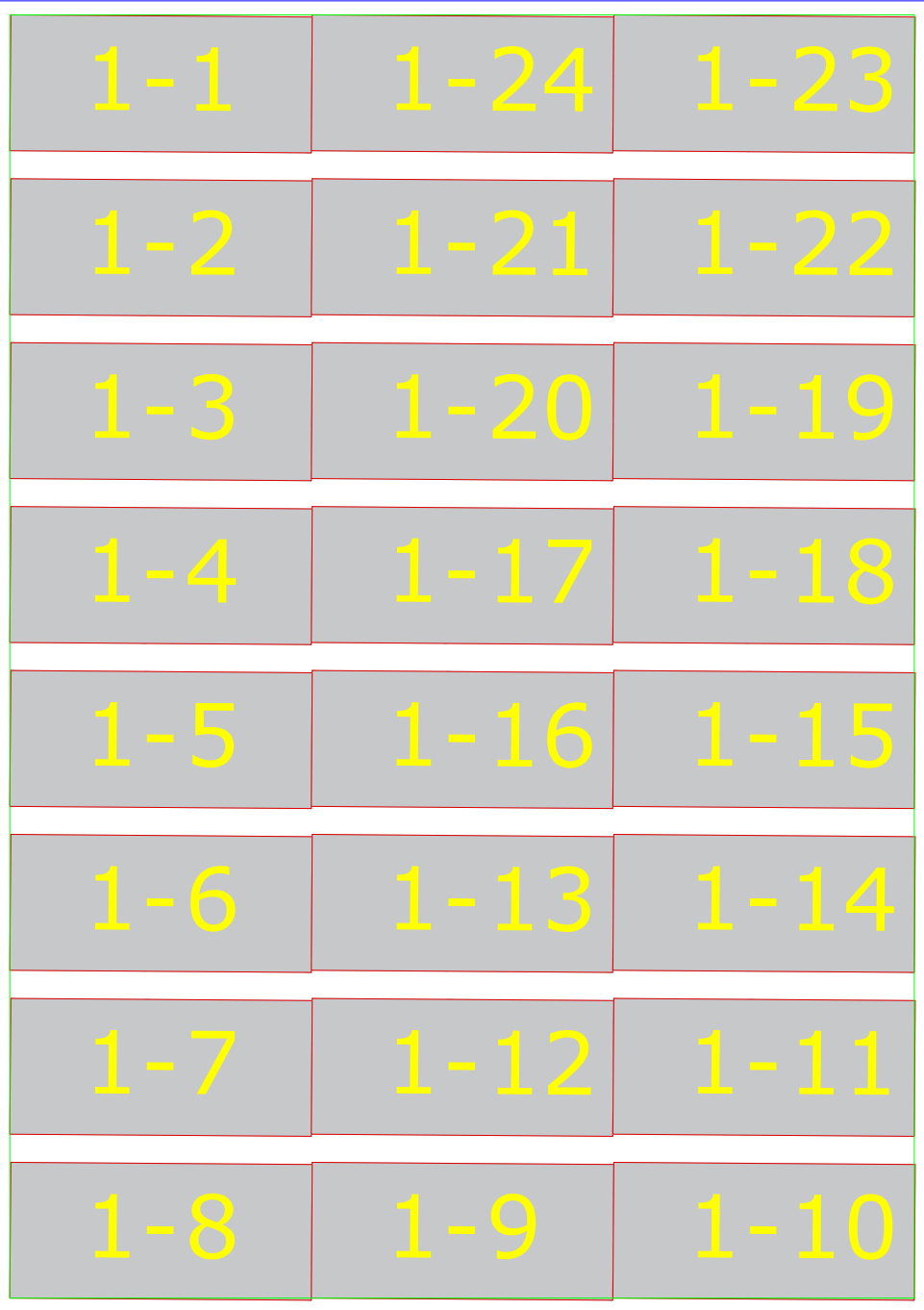
Escala 1/100



String A:
3 x 8 =24 módulos

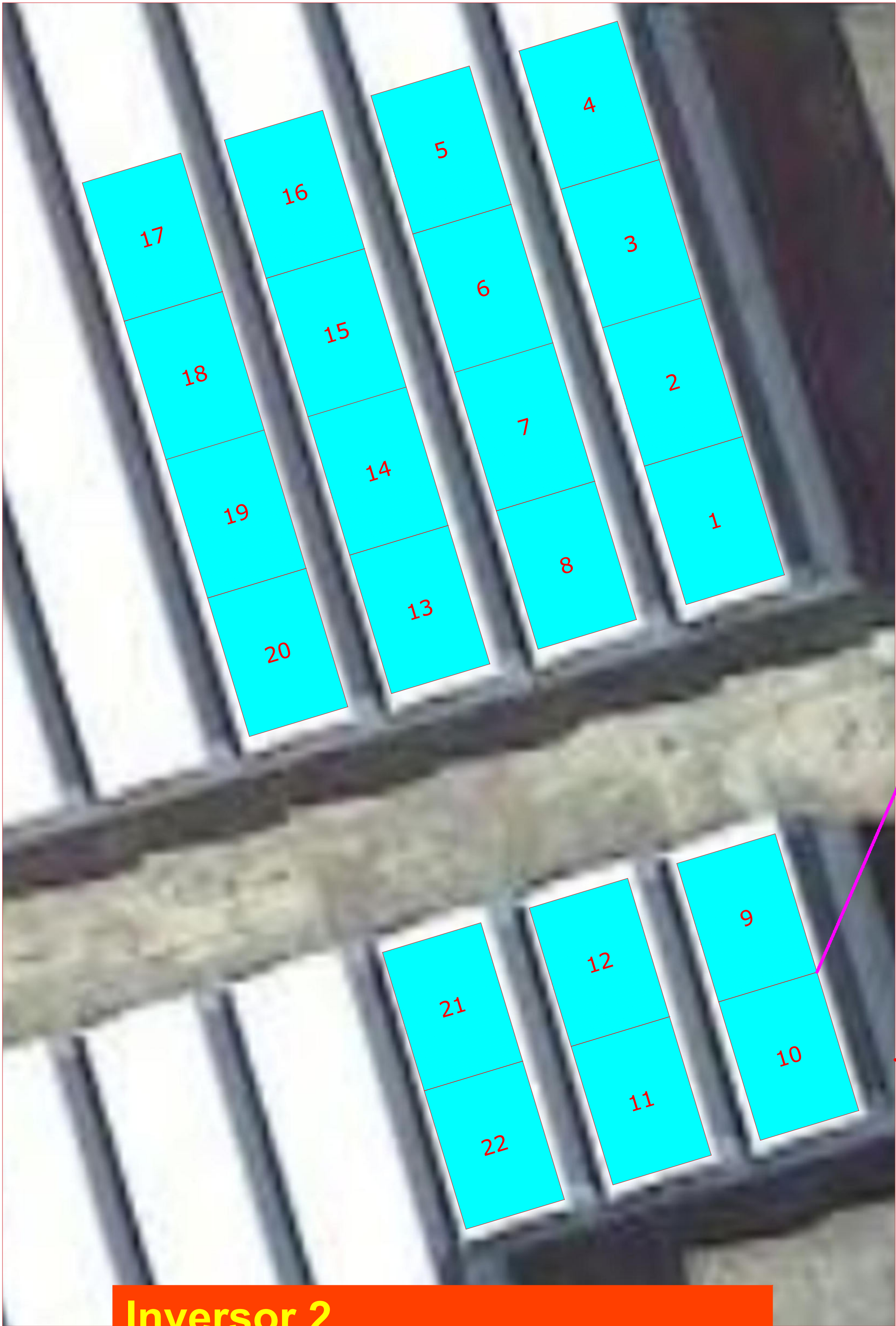
Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50



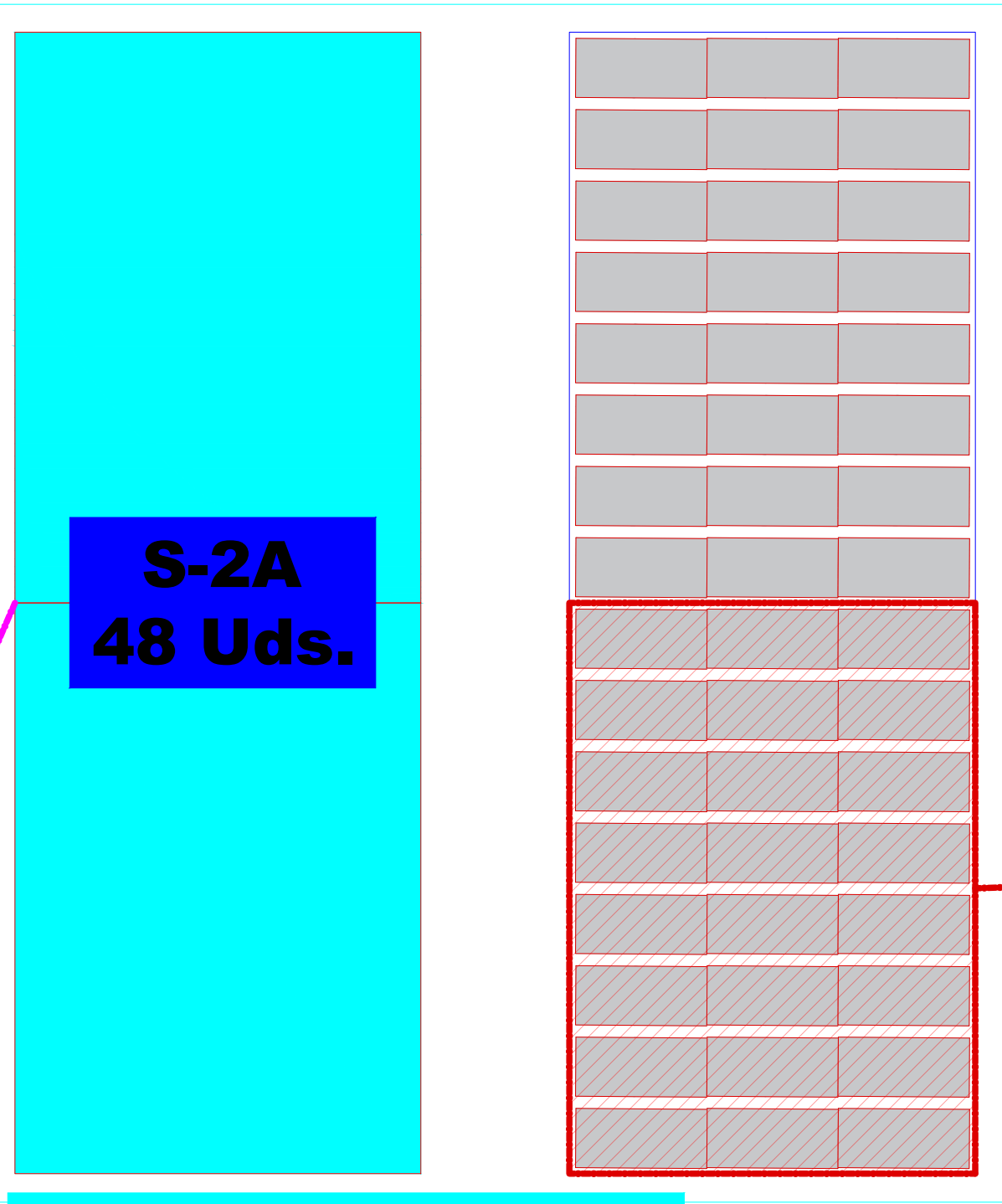
ÁREA 1. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:	
PROMOTOR	Promotor:	FECHA:	Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA:	varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 1		
FIRMA	FIRMA	Nº PLANO:	4
El Promotor	El Técnico		



Inversor 2
11 Bloques S-2A
11 x 2 = 22 strings
11 x 48 = 22 x 24 = 528 módulos

Escala 1/200



S-2A
48 Uds.

Bloque S-2A:
2 String A
2x 24 =48 módulos

Escala 1/100

String A:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

1-1	1-24	1-23
1-2	1-21	1-22
1-3	1-20	1-19
1-4	1-17	1-18
1-5	1-16	1-15
1-6	1-13	1-14
1-7	1-12	1-11
1-8	1-9	1-10



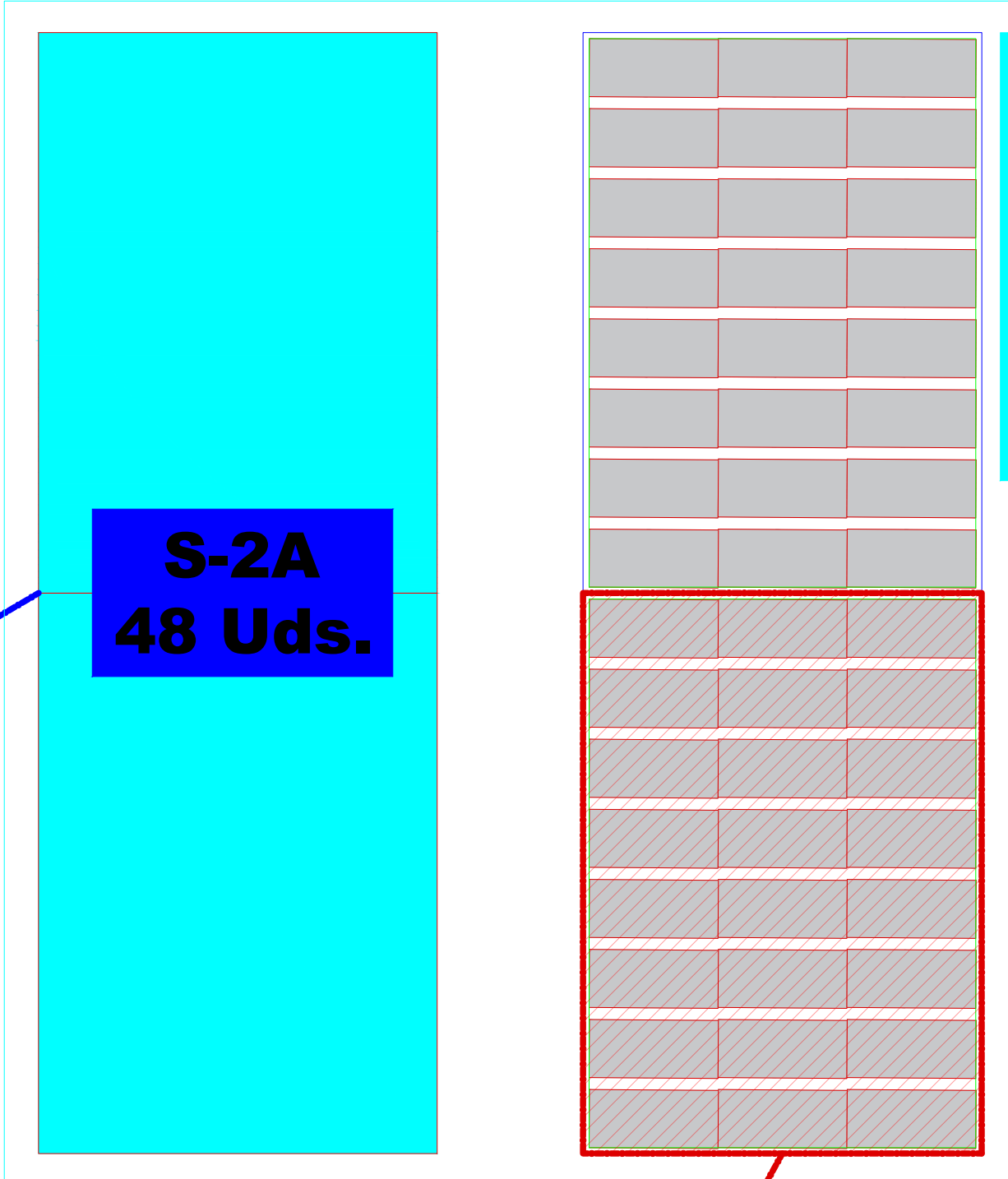
Inversor 2
528 módulos

ÁREA 1. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 2	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 5

Inversor 3
10 Bloques S-2A
10 x 2 = 20 strings
10 x 48 = 20 x 24 = 480 módulos

Escala 1/200



Bloque S-2A:
2 String A
42x 24 =48 módulos

Escala 1/100

1-1	1-24	1-23
1-2	1-21	1-22
1-3	1-20	1-19
1-4	1-17	1-18
1-5	1-16	1-15
1-6	1-13	1-14
1-7	1-12	1-11
1-8	1-9	1-10

String A:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50



ÁREA 1. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varios
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 3	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 6

2-6	2-5	2-4	2-3
2-7	2-16	2-17	2-2
2-8	2-15	2-18	2-1

2-9	2-14	2-19	2-24
2-10	2-13	2-20	2-23
2-11	2-12	2-21	2-22

String C:
(3 x 4) x 2
24 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

String D:
3 x 7
21 módulos

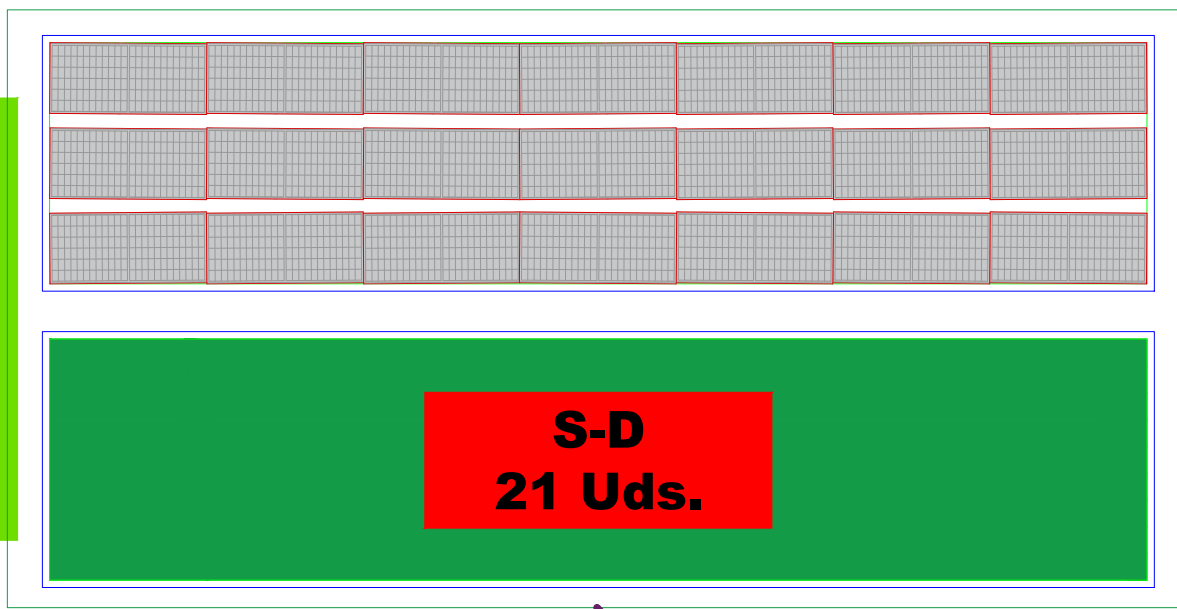
Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

4-7	4-6	4-5	4-4	4-3	4-2	4-1
4-8	4-11	4-12	4-15	4-16	4-19	4-20
4-9	4-10	4-13	4-14	4-17	4-18	4-21

Bloque S-D:
1 String D: 21 módulos

Escala 1/100



String E:
2 x 11
22 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

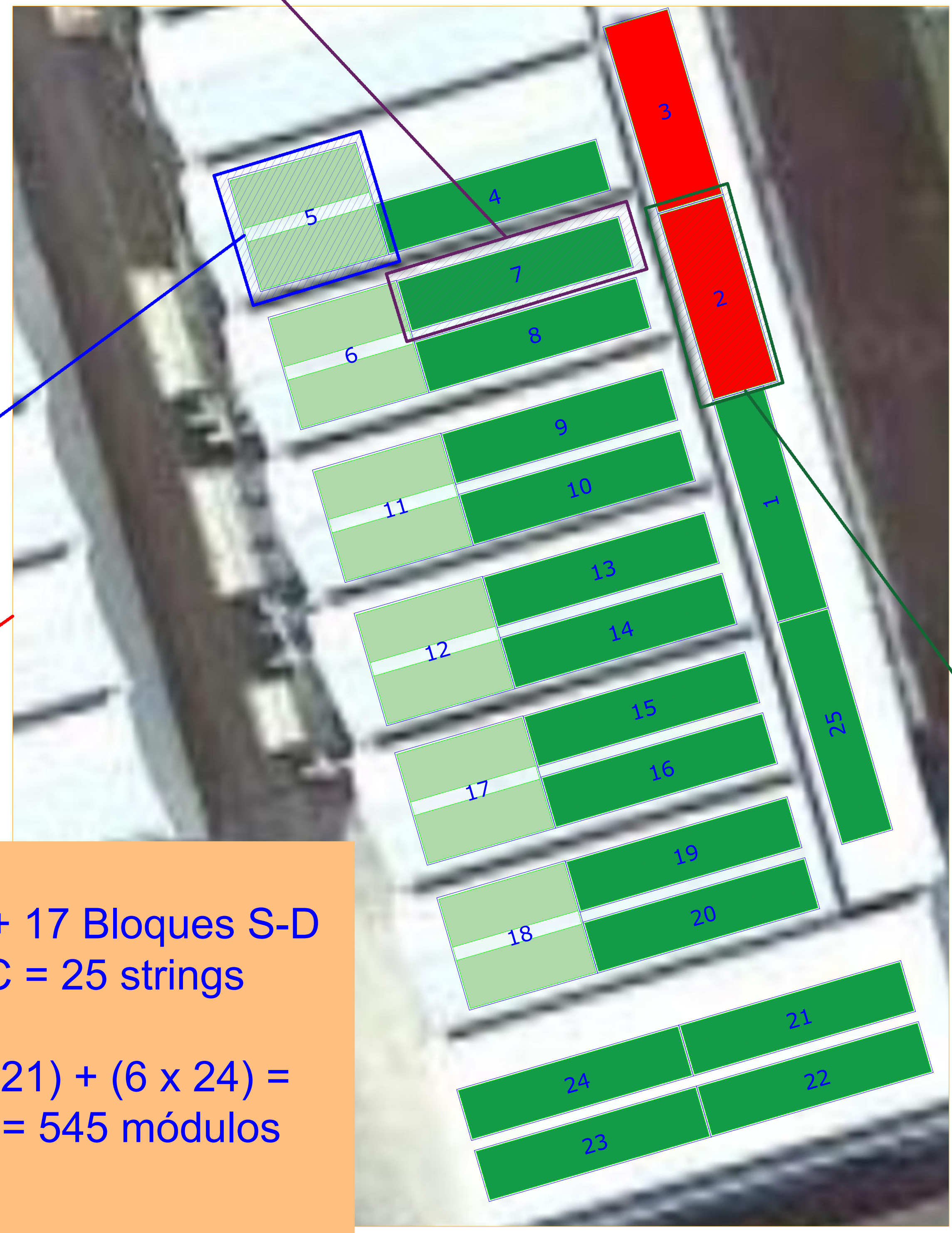
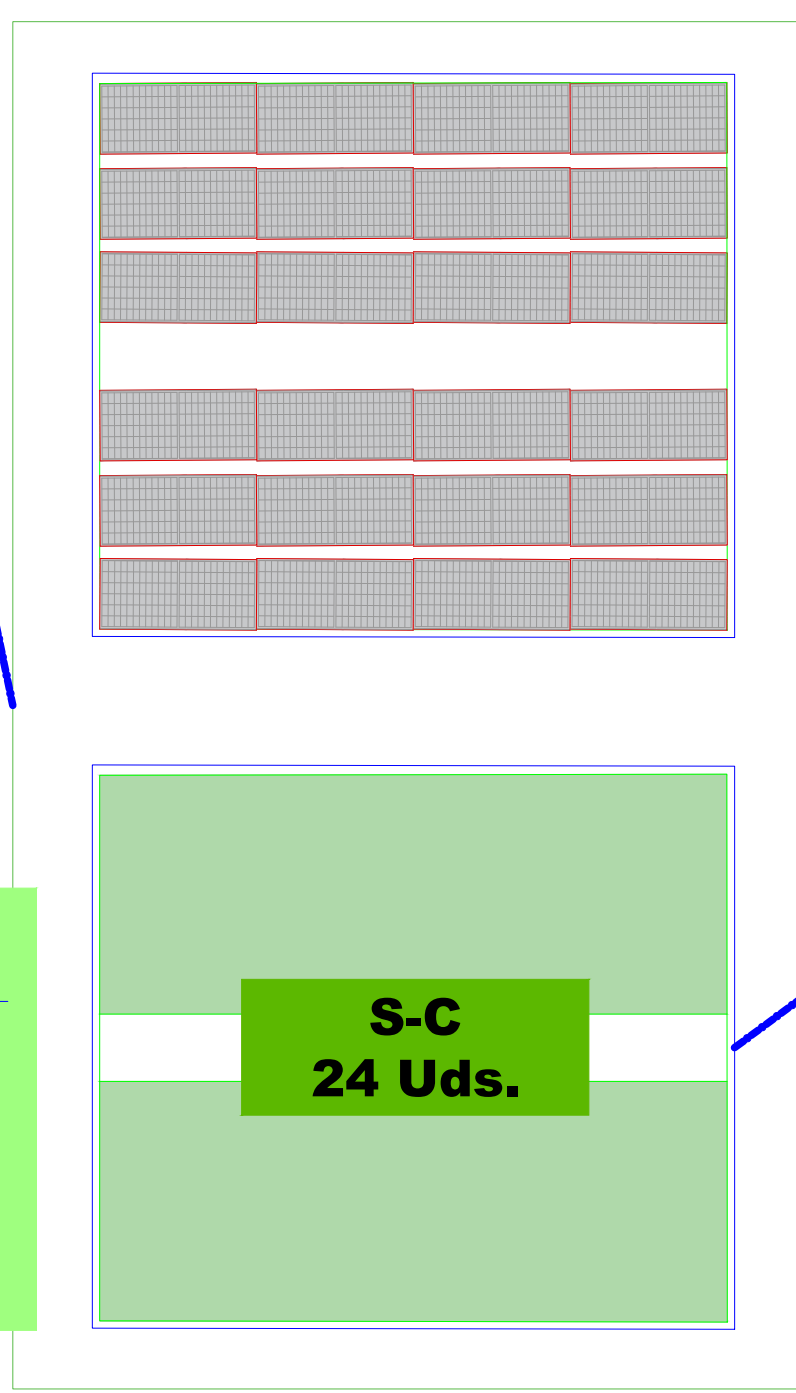
3-22	3-1
3-21	3-2
3-20	3-3
3-19	3-4
3-18	3-5
3-17	3-6
3-16	3-7
3-15	3-8
3-14	3-9
3-13	3-10
3-12	3-11

ÁREA 1
Ubicación de paneles por Inversor
Escala: 1/1.000



Bloque S-C:
1 String C: 24 módulos

Escala 1/100



Inversor 4
2 Bloques S-E + 17 Bloques S-D
+ 6 Bloques S-C = 25 strings

$(2 \times 22) + (17 \times 21) + (6 \times 24) = 44 + 357 + 144 = 545 \text{ módulos}$

Escala 1/200

Bloque S-E:
1 String E: 22 módulos

Escala 1/100



INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:	
PROMOTOR	Promotor:	FECHA:	Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA:	varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 4	Nº PLANO:	7
FIRMA		FIRMA	
El Promotor		El Técnico	

String D:
3 x 7
21 módulos

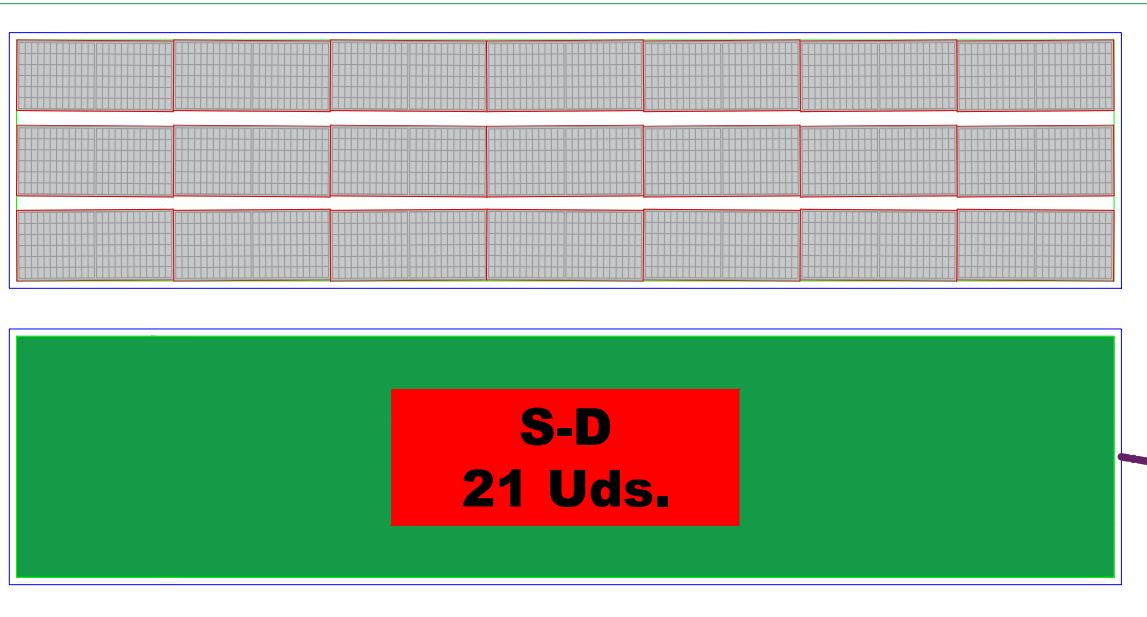
Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10º
Orientación: 16º Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

4-7	4-6	4-5	4-4	4-3	4-2	4-1
4-8	4-11	4-12	4-15	4-16	4-19	4-20
4-9	4-10	4-13	4-14	4-17	4-18	4-21

Bloque S-D:
1 String D: 21 módulos

Escala 1/100



ÁREA 1
Ubicación de paneles por Inversor
Escala: 1/1.000



Inversor 5
22 Bloques S-D
22 x 1 = 22 strings
22 x 21 = 462 módulos

Escala 1/200



INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:	
PROMOTOR	Promotor:	FECHA:	Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA:	varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 5		
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO:	8

String D:
3 x 7
21 módulos

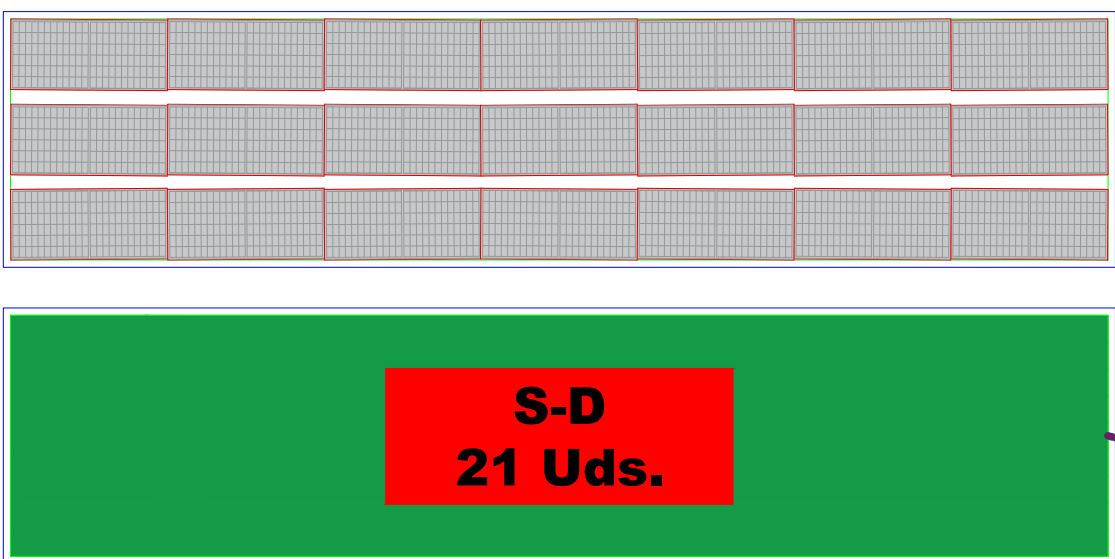
Escala 1/50

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

4-7	4-6	4-5	4-4	4-3	4-2	4-1
4-8	4-11	4-12	4-15	4-16	4-19	4-20
4-9	4-10	4-13	4-14	4-17	4-18	4-21

Bloque S-D:
1 String D: 21 módulos

Escala 1/100

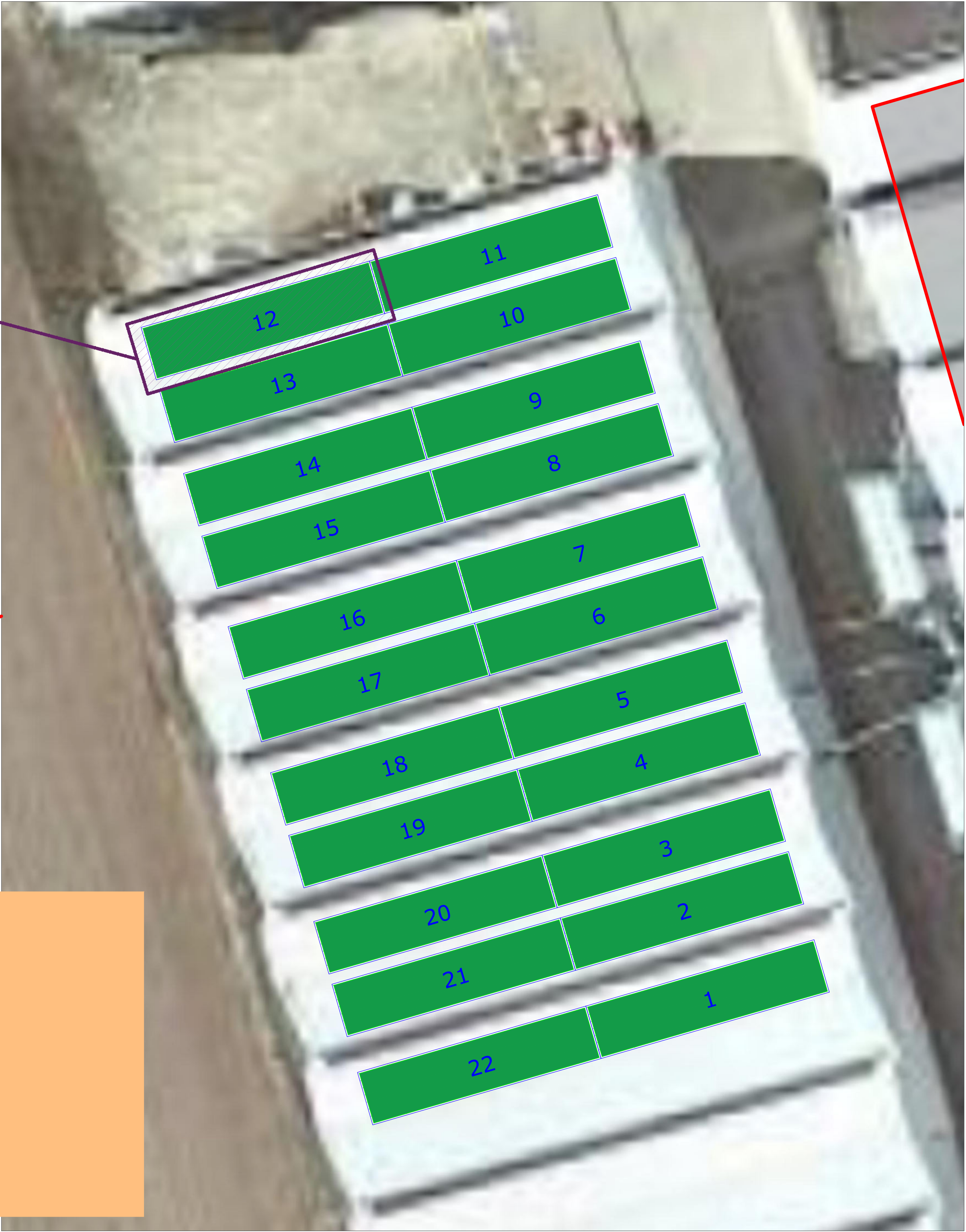


ÁREA 1
Ubicación de paneles por Inversor
Escala: 1/1.000



Inversor 6
22 Bloques S-D
22 x 1 = 22 strings
22 x 21 = 462 módulos

Escala 1/200



INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 6	Nº PLANO: 9
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	

String C:	Fijación:	Coplanares
(3 x 4) x 2	Superficie:	Cubierta
24 módulos		inclinada
	Inclinación:	10°
	Orientación:	16° Sur
Escala 1/50	Potencia:	715 kW

An aerial photograph of a large industrial facility, likely a solar power plant. The facility consists of numerous long, white, rectangular modules arranged in rows. A red rectangle highlights a specific section of the facility, labeled 'Inversor 7' and '555 módulos'. The modules are arranged in a grid-like pattern, and the overall layout is highly organized. The surrounding area appears to be a flat, open landscape, possibly a desert or a large field.

Escala 1/200

Bloque S-D:
1 String D: 21 módulos

Escala 1/100

S-C
24 Uds.

String D:	Fijación:	Coplanares
3 x 7	Superficie:	Cubierta
21 módulos		inclinada
	Inclinación:	10°
	Orientación:	16° Sur
Escala 1/50	Potencia:	715 kW

String B:	Fijación:	Coplanares
2 x 8	Superficie:	Cubierta
16 módulos		inclinada
	Inclinación:	10°
	Orientación:	16° Sur
Escala 1/50	Potencia:	715 kW

5-16	5-1
5-15	5-2
5-14	5-3
5-13	5-4
5-12	5-5
5-11	5-6
5-10	5-7
5-9	5-8

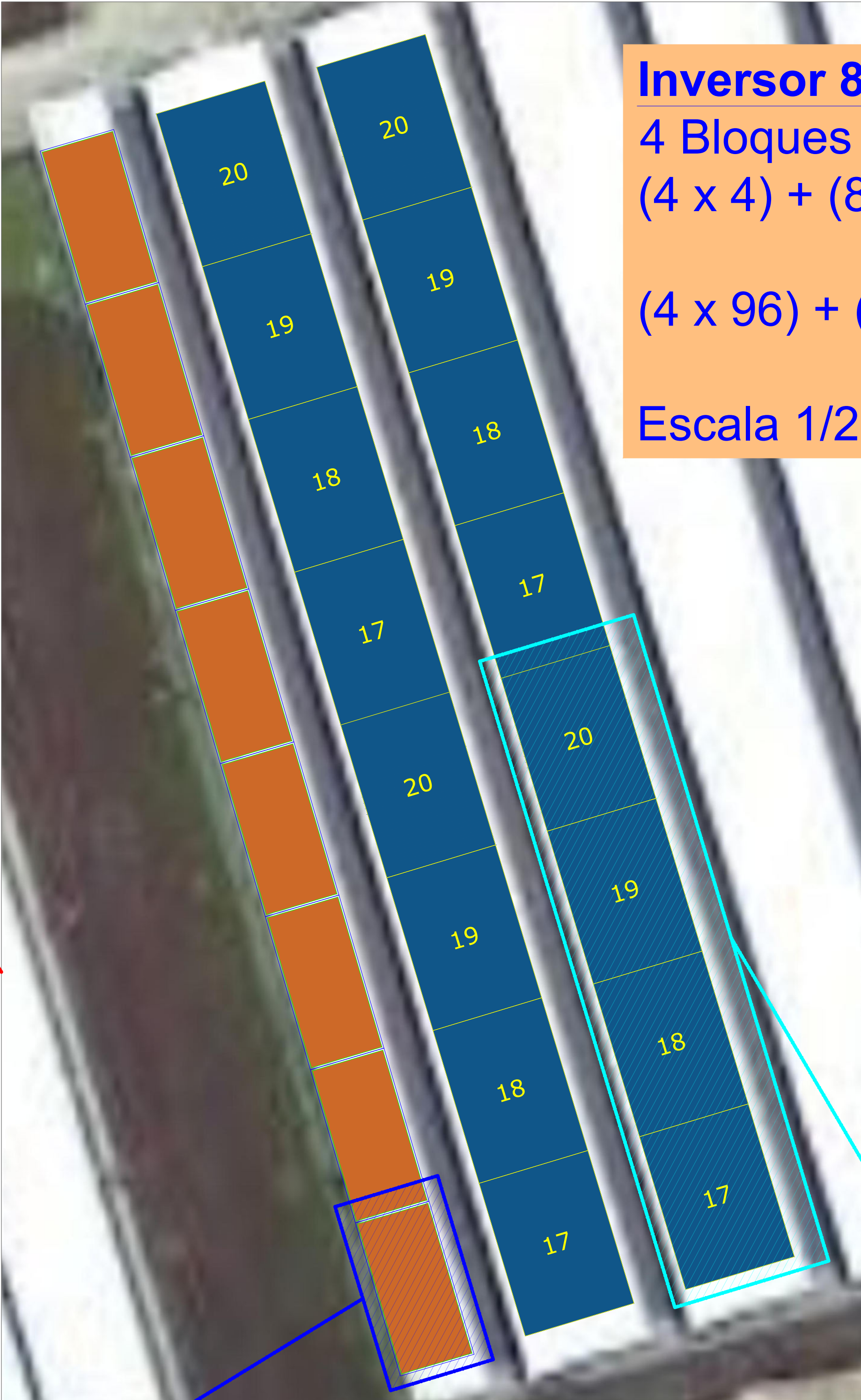
**S-B
16 Uds.**

Escala 1/100

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)		REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:		FECHA: Mayo 20
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya		ESCALA: vari
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 7		
FIRMA	FIRMA		Nº PLANO: 1
El Promotor	El Técnico		



ÁREA 1
Ubicación de paneles
por Inversor
Escala: 1/1.000



Inversor 8
4 Bloques S-4A; 8 Bloques S-B
(4 x 4) + (8 x 1) = 24 strings

(4 x 96) + (8 x 16) = 512 módulos

Escala 1/200

1-1	1-24	1-23
1-2	1-21	1-22
1-3	1-20	1-19
1-4	1-17	1-18
1-5	1-16	1-15
1-6	1-13	1-14
1-7	1-12	1-11
1-8	1-9	1-10

String A:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

Bloque S-4A:
4 String A
4 x 24 =96 módulos

Escala 1/100

String B:
2 x 8 =16 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

5-16	5-1
5-15	5-2
5-14	5-3
5-13	5-4
5-12	5-5
5-11	5-6
5-10	5-7
5-9	5-8

S-B
16 Uds.

Bloque S-B:
1 String B: 16 módulos

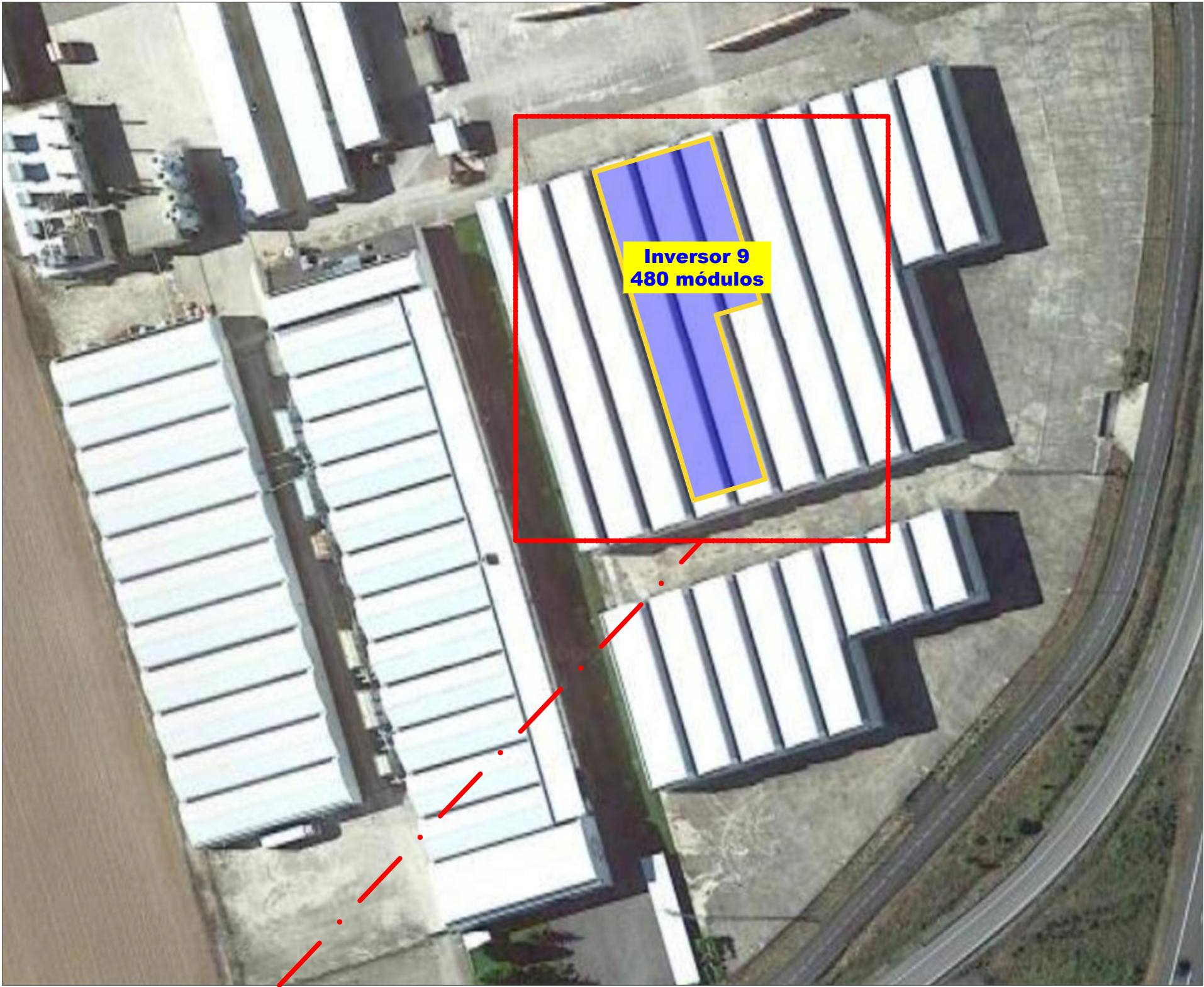
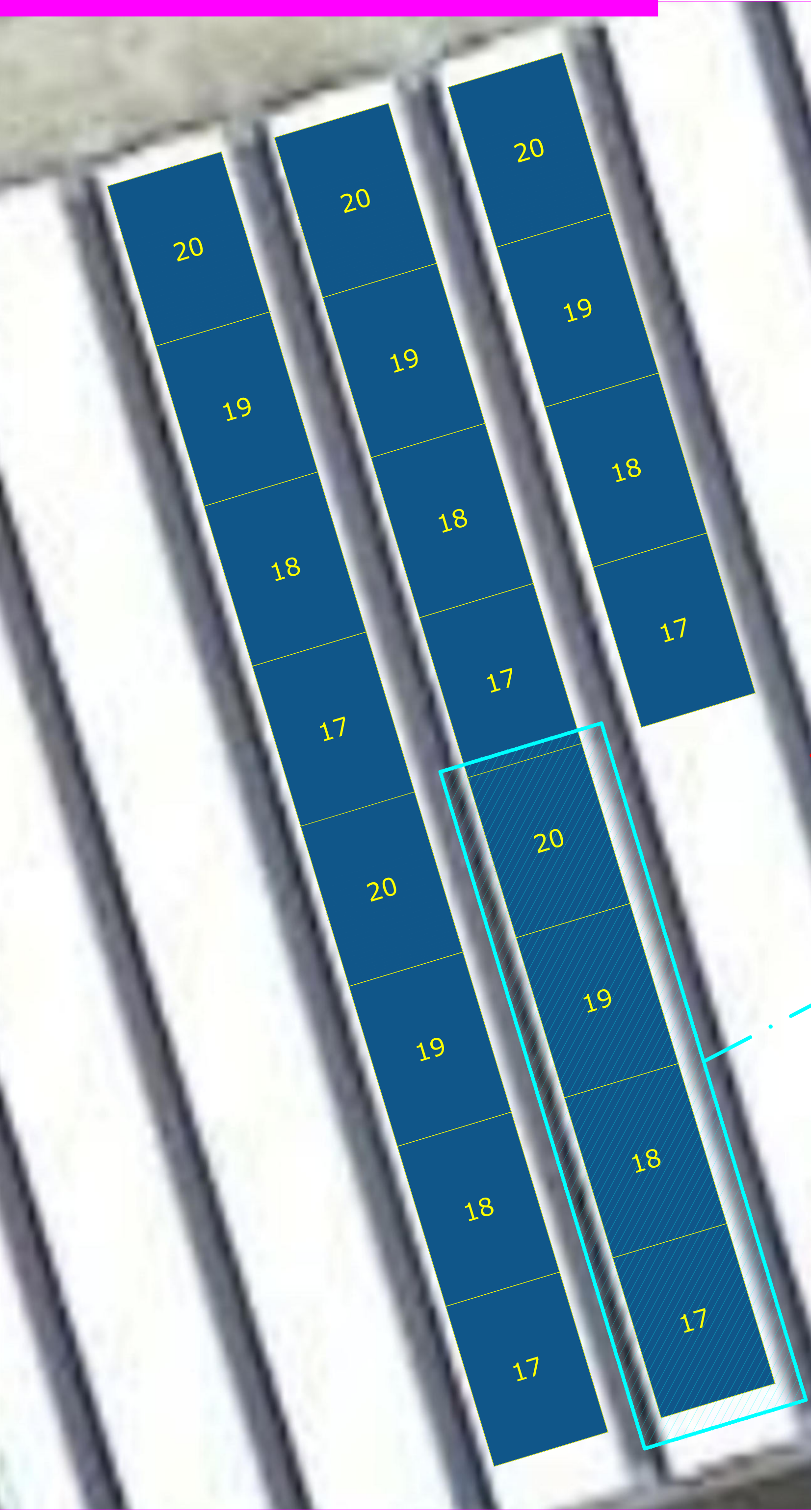
Escala 1/100

S-4A
96 Uds.

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 8	Nº PLANO: 11
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	

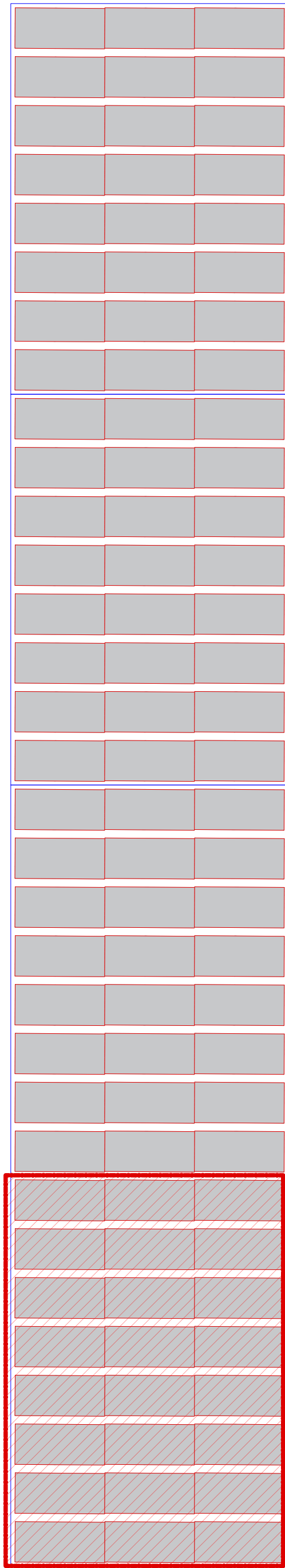
Inversor 9
5 Bloques S-4A
 $5 \times 4 = 20$ strings
 $5 \times 96 = 20 \times 24 = 480$ módulos

Escala 1/200



Bloque S-4A:
4 String A
 $4 \times 24 = 96$ módulos

Escala 1/100



String A:
 $3 \times 8 = 24$ módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

1-1	1-24	1-23
1-2	1-21	1-22
1-3	1-20	1-19
1-4	1-17	1-18
1-5	1-16	1-15
1-6	1-13	1-14
1-7	1-12	1-11
1-8	1-9	1-10

ÁREA 1. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 9	Nº PLANO: 12
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	

ÁREA 2
17 inversores
386 Strings
8.780 módulos

LINEA DE PROTECCIÓN FLUVIAL (50 metros)

Inversor 14
546 módulos

Inversor 15
546 módulos

Inversor 16
546 módulos

Inversor 17
546 módulos

Inversor 13
444 módulos

Inversor 12
528 módulos

Inversor 20
504 módulos

Inversor 19
504 módulos

Inversor 11
546 módulos

Inversor 25
504 módulos

Inversor 18
480 módulos

Inversor 21
504 módulos

Inversor 24
504 módulos

Inversor 10
546 módulos

Inversor 22
504 módulos

Inversor 23
504 módulos

Inversor 26
524 módulos

**Centro de
almacenamiento
(Baterías)**

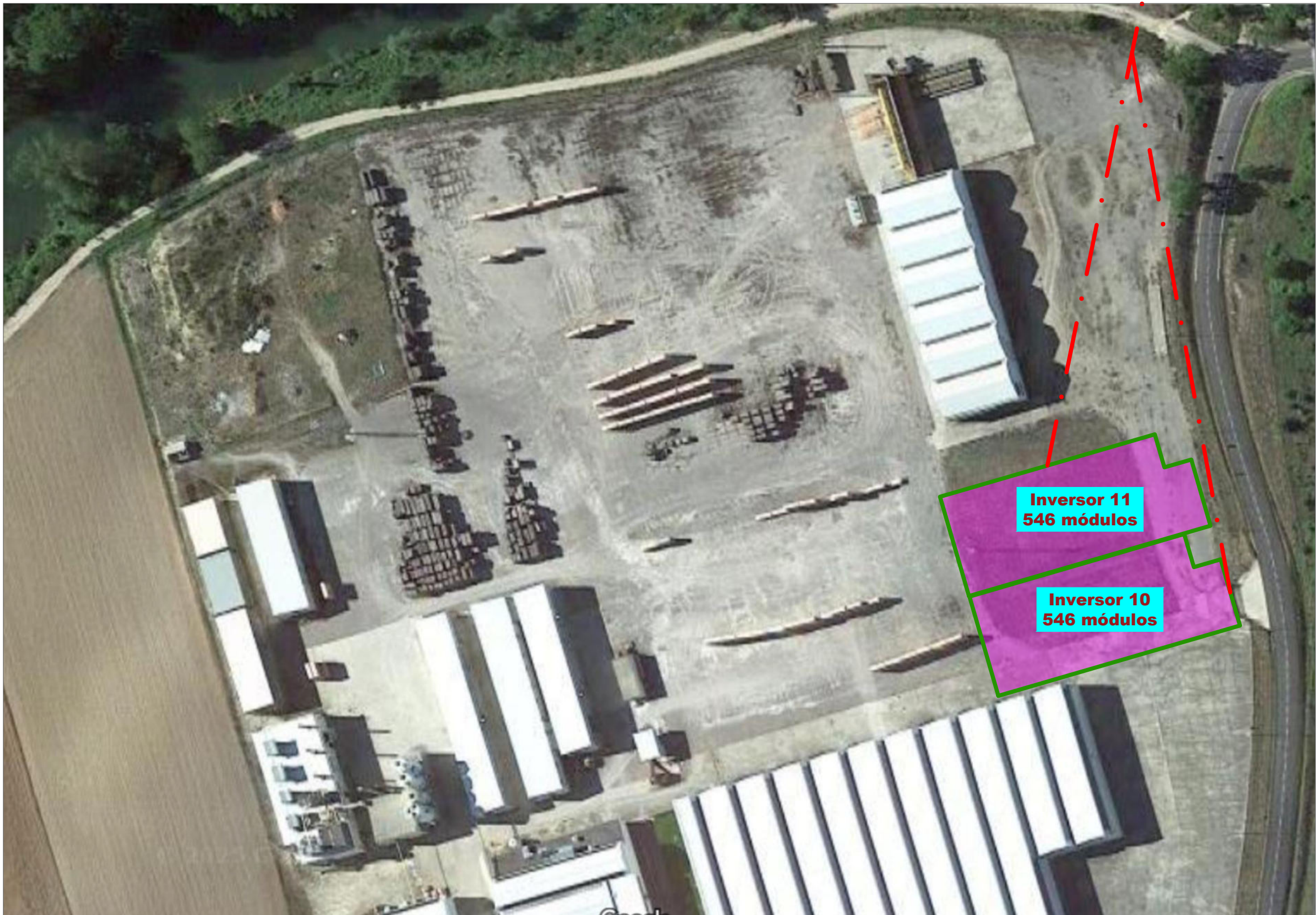
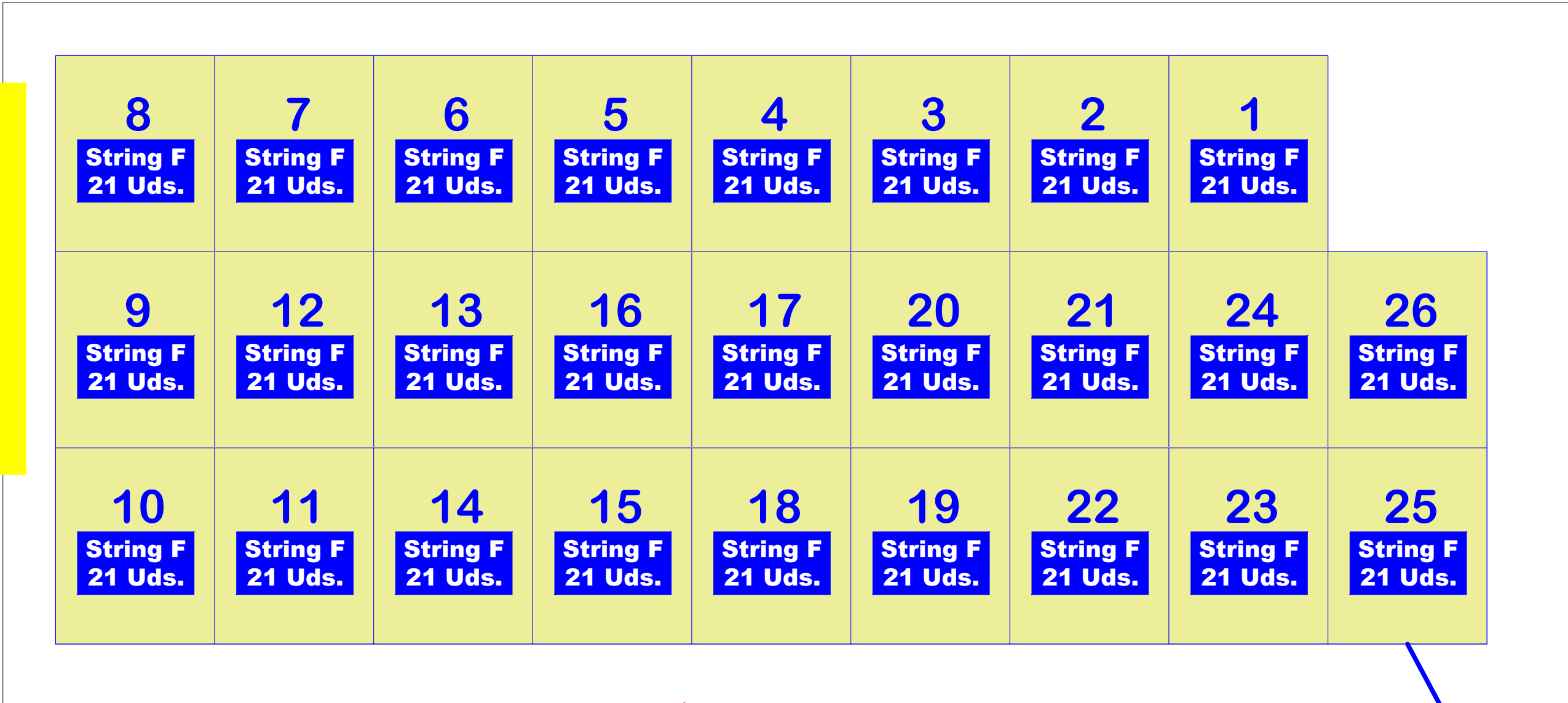
Google

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS
COALSEMA

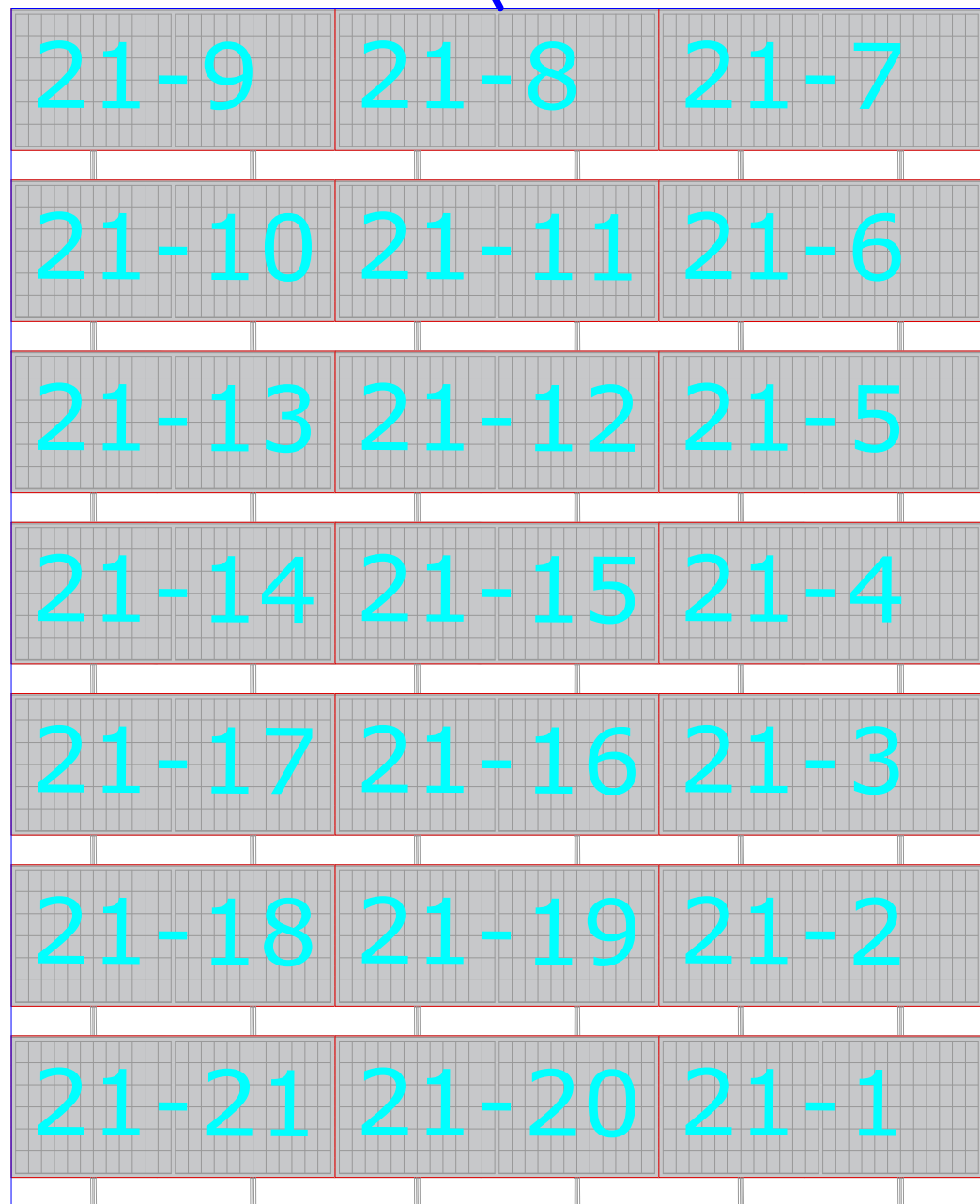
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: 1/400
PLANO DE	Área 2	Nº PLANO: 13
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	

Inversores 10 Y 11
26 strings F
26 x 21 = 546 módulos

Escala 1/200



ÁREA 2. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

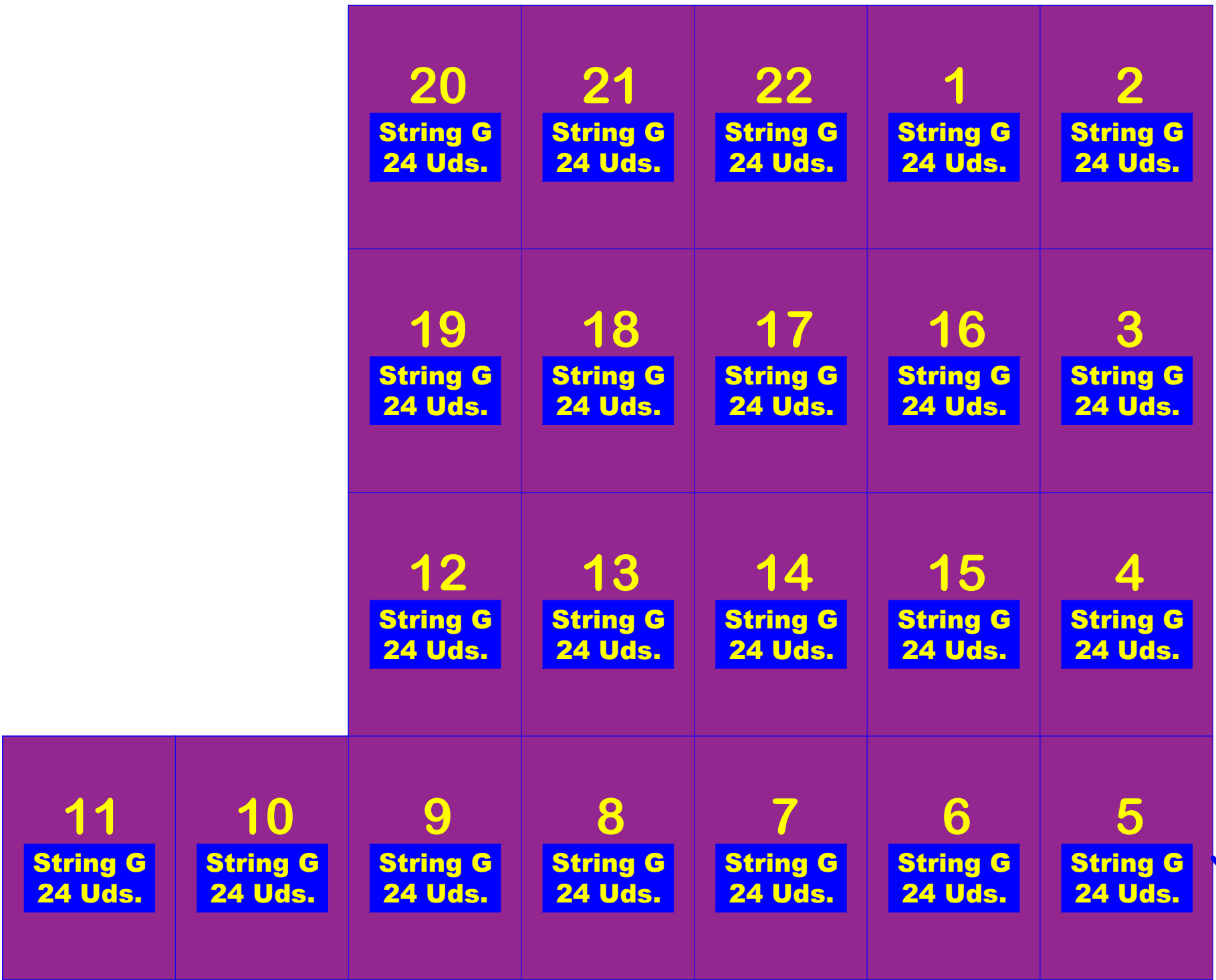


String F:
3 x 7 =21 módulos

Fijación: Lastrados
Superficie: Terreno
Inclinación: 15°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubic. Paneles Inversor 10 y 11	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 14

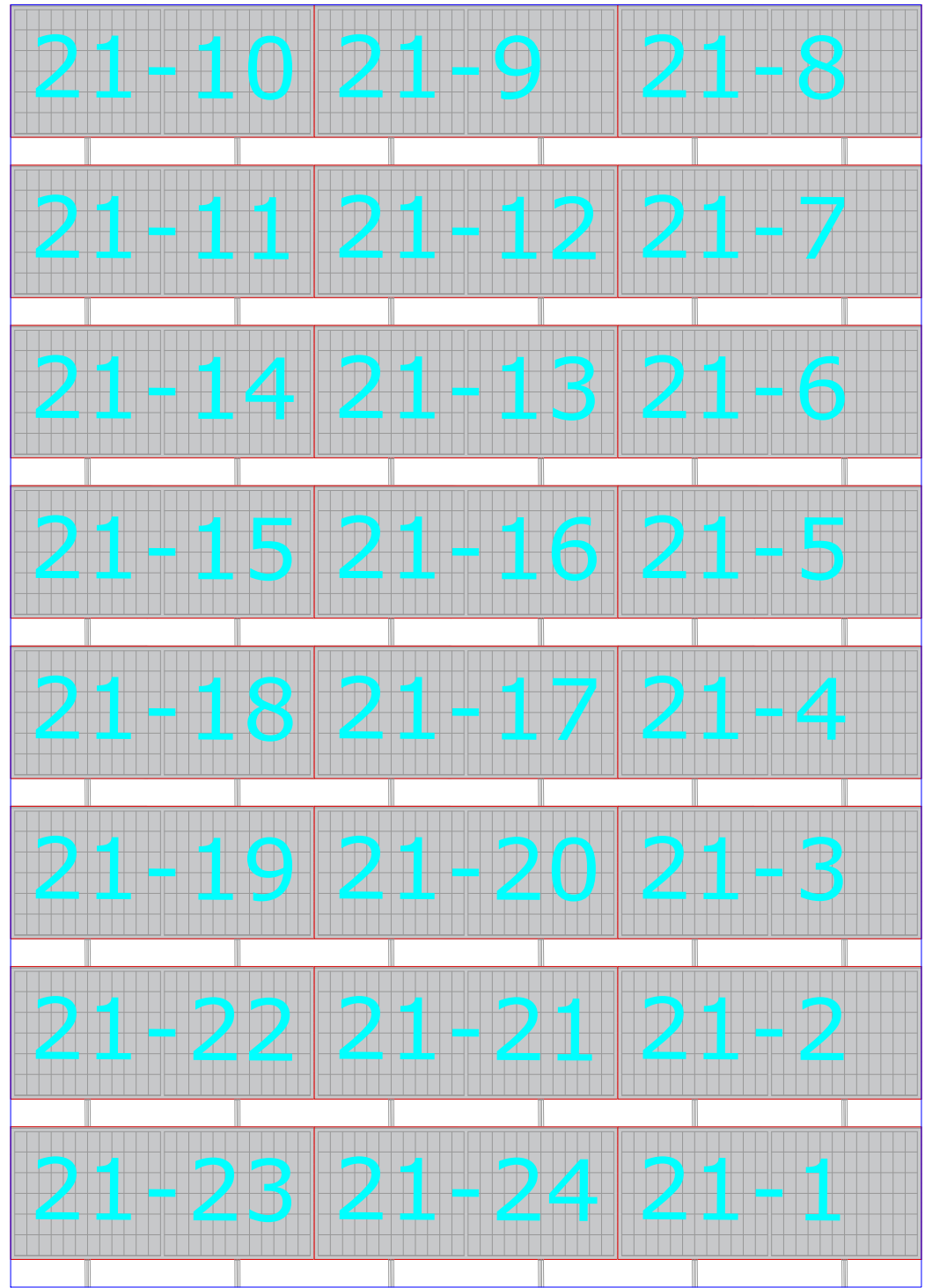


Inversor 12
22 strings G
22 x 24 = 528 módulos

Escala 1/200



ÁREA 2. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000



String G:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Lastrados
Superficie: Terreno
Inclinación: 15°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 12	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 15

26 String F 21 Uds.				
5 String F 21 Uds.	6 String F 21 Uds.	15 String F 21 Uds.	16 String F 21 Uds.	25 String F 21 Uds.
4 String F 21 Uds.	7 String F 21 Uds.	14 String F 21 Uds.	17 String F 21 Uds.	24 String F 21 Uds.
3 String F 21 Uds.	8 String F 21 Uds.	13 String F 21 Uds.	18 String F 21 Uds.	23 String F 21 Uds.
2 String F 21 Uds.	9 String F 21 Uds.	12 String F 21 Uds.	19 String F 21 Uds.	22 String F 21 Uds.
1 String F 21 Uds.	10 String F 21 Uds.	11 String F 21 Uds.	20 String F 21 Uds.	21 String F 21 Uds.

Inversores 14, 15, 16, 17
26 strings F
26 x 21 = 546 módulos

Escala 1/200

21-9	21-8	21-7
21-10	21-11	21-6
21-13	21-12	21-5
21-14	21-15	21-4
21-17	21-16	21-3
21-18	21-19	21-2
21-21	21-20	21-1

String F:
3 x 7 =21 módulos

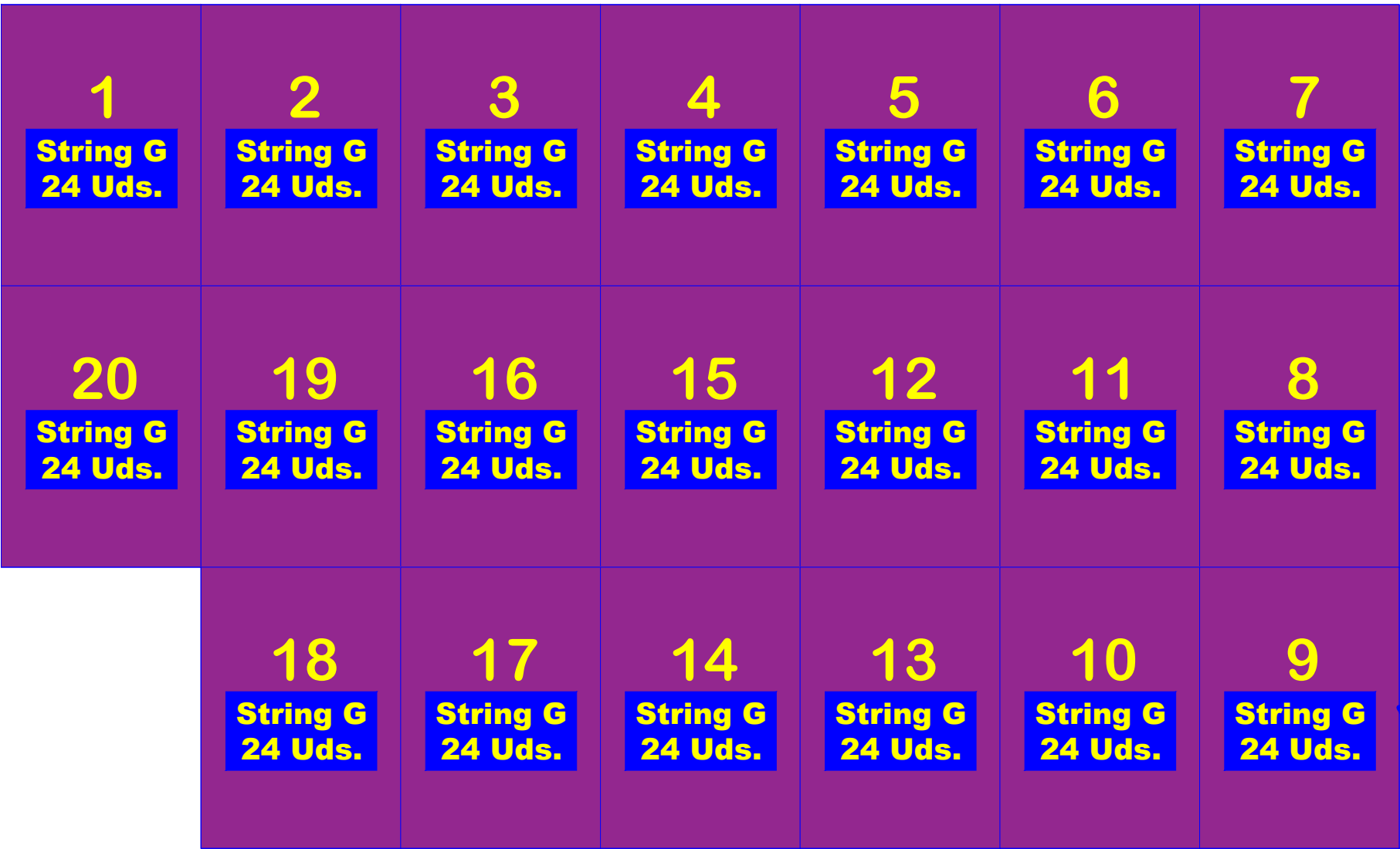
Fijación: Lastrados
Superficie: Terreno
Inclinación: 15°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50



ÁREA 2. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubic. Paneles Inv. 14, 15, 16 y 17	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 17

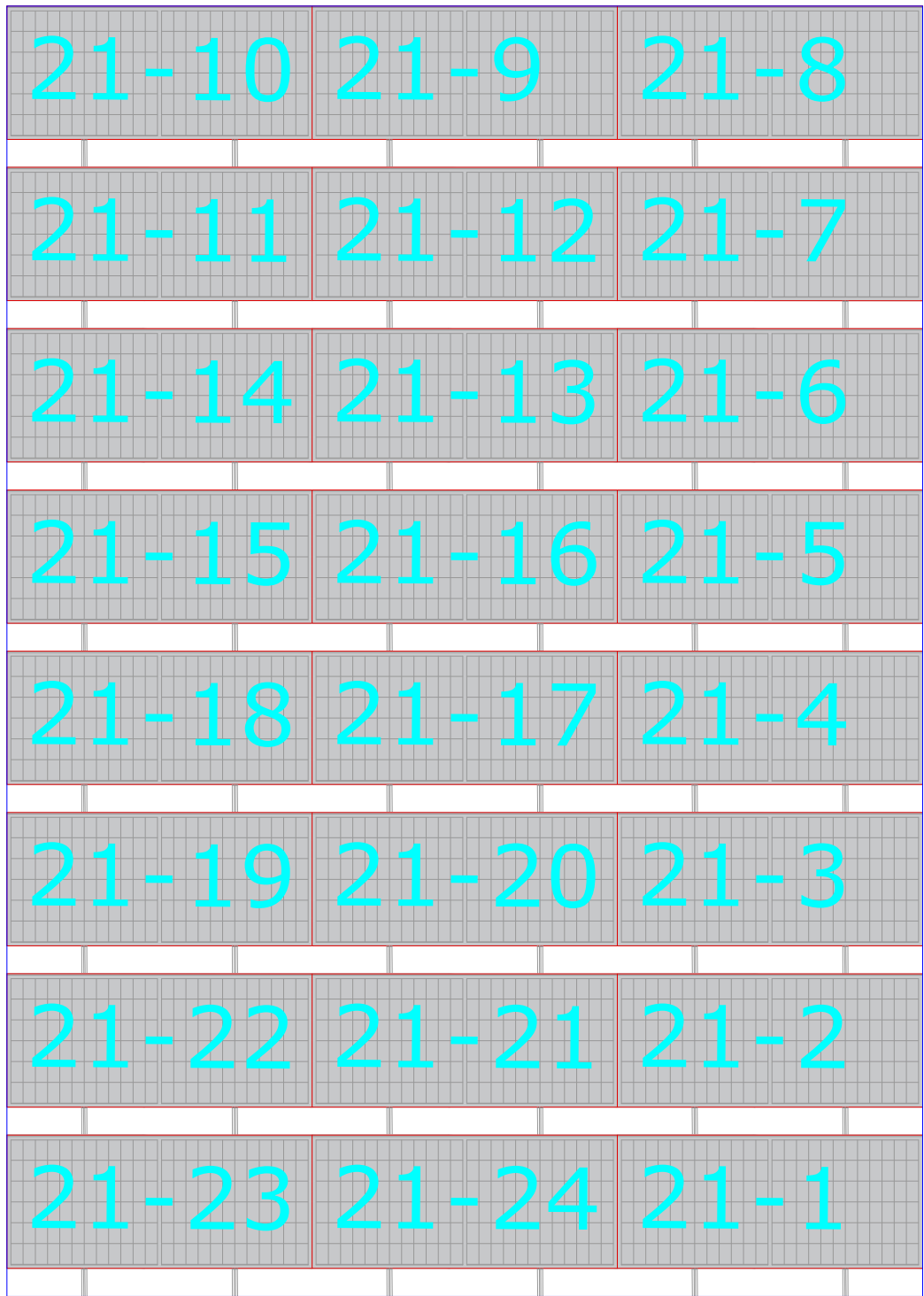


Inversor 18
20 strings G
20 x 24 = 480 módulos

Escala 1/200



ÁREA 2. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000



String G:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Lastrados
Superficie: Terreno
Inclinación: 15°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:	
PROMOTOR	Promotor:	FECHA:	Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA:	varias
PLANO DE	Ubicación paneles inversor 18		
FIRMA	FIRMA	Nº PLANO:	18
El Promotor	El Técnico		

1 String G 24 Uds.	2 String G 24 Uds.	3 String G 24 Uds.	4 String G 24 Uds.	5 String G 24 Uds.	6 String G 24 Uds.	7 String G 24 Uds.
20 String G 24 Uds.	19 String G 24 Uds.	16 String G 24 Uds.	15 String G 24 Uds.	12 String G 24 Uds.	11 String G 24 Uds.	8 String G 24 Uds.
21 String G 24 Uds.	18 String G 24 Uds.	17 String G 24 Uds.	14 String G 24 Uds.	13 String G 24 Uds.	10 String G 24 Uds.	9 String G 24 Uds.

Inversores 19, 20, 21, 22, 23, 24

21 strings G

21 x 24 = 504 módulos

Escala 1/200

21-10	21-9	21-8
21-11	21-12	21-7
21-14	21-13	21-6
21-15	21-16	21-5
21-18	21-17	21-4
21-19	21-20	21-3
21-22	21-21	21-2
21-23	21-24	21-1

String G:

3 x 8 =24 módulos

Fijación: Lastrados

Superficie: Terreno

Inclinación: 15°

Orientación: 16° Sur

Potencia: 715 kW

Escala 1/50



ÁREA 2. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000

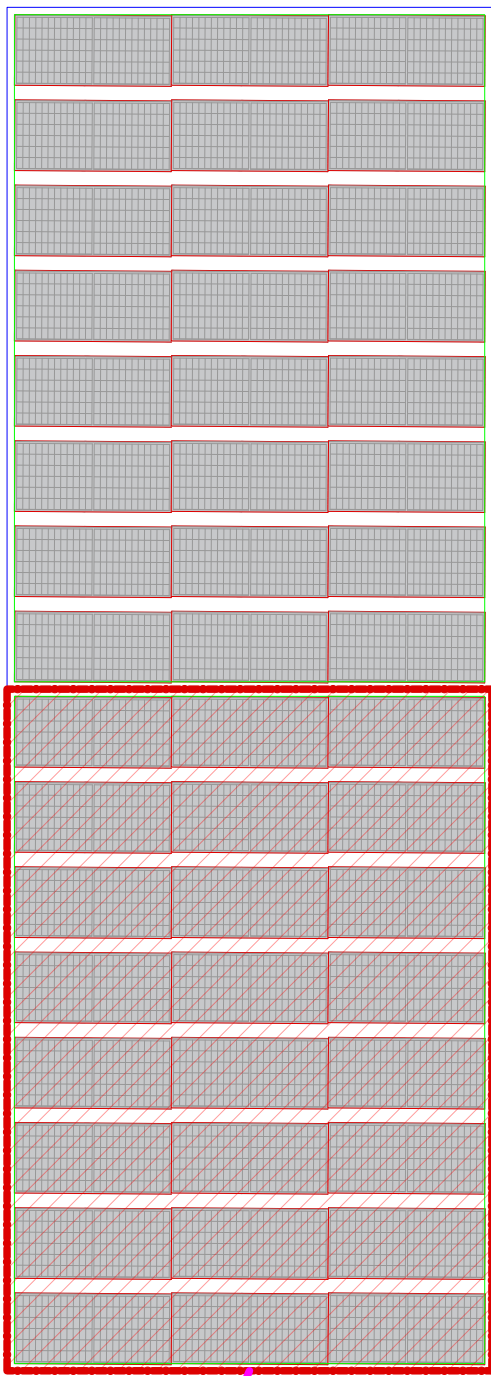
INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA		
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubic. Pan. Inv. 19,20,21,22,23,24	
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 19

Bloque S-2A:

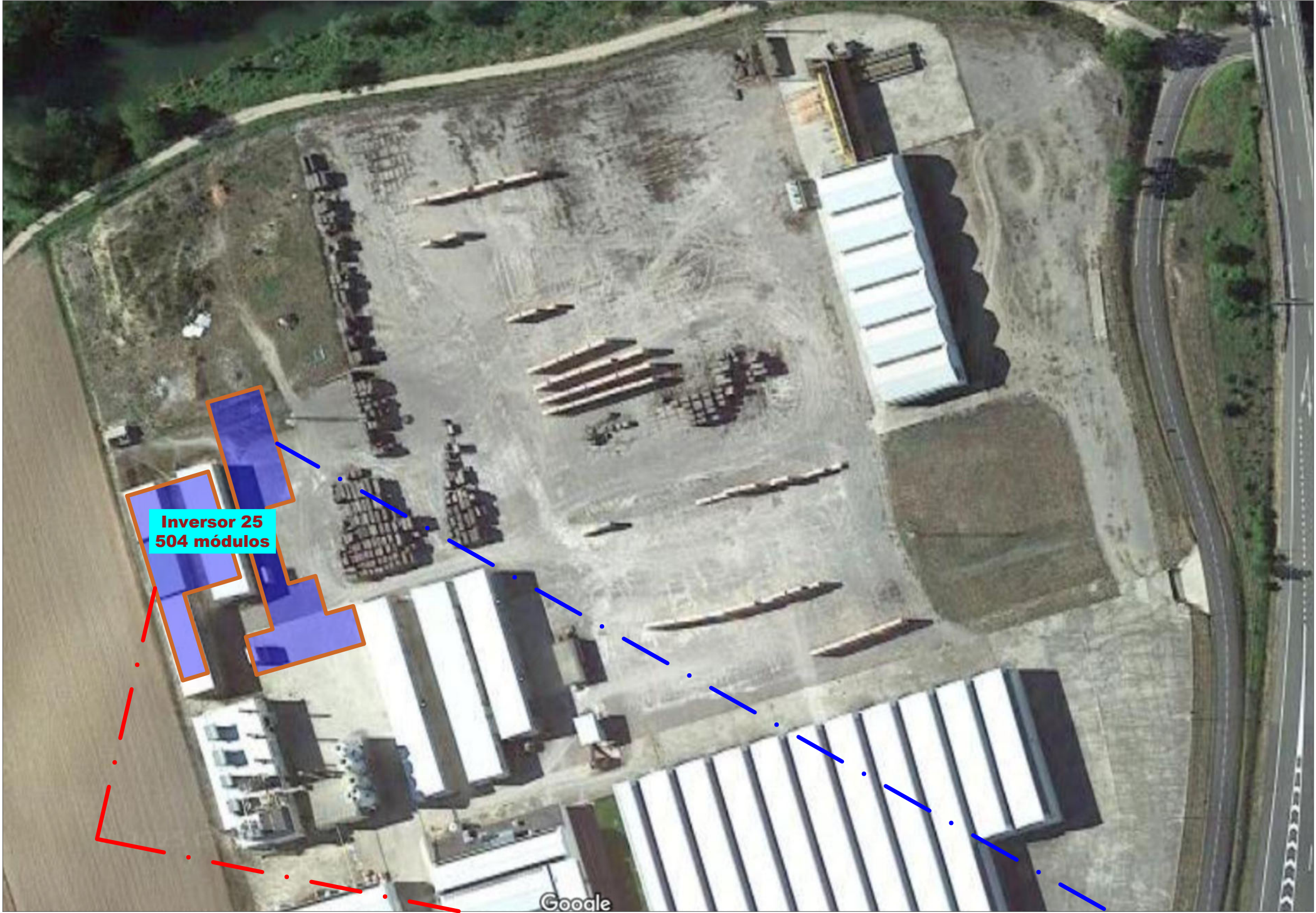
2 String A
42 x 24 =48 módulos

Escala 1/100

S-2A
48 Uds.



ÁREA 2. Ubicación de paneles por Inversor. Escala 1/1.000



21-10	21-9	21-8
21-11	21-12	21-7
21-14	21-13	21-6
21-15	21-16	21-5
21-18	21-17	21-4
21-19	21-20	21-3
21-22	21-21	21-2
21-23	21-24	21-1

String G:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Lastrados
Superficie: Terreno
Inclinación: 15°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

4 String G 24 Uds.	3 String G 24 Uds.
5 String G 24 Uds.	2 String G 24 Uds.
6 String G 24 Uds.	1 String G 24 Uds.

7 String G 24 Uds.
8 String G 24 Uds.

9 String G 24 Uds.	10 String G 24 Uds.
--------------------------	---------------------------

14 String G 24 Uds.	13 String G 24 Uds.	12 String G 24 Uds.	11 String G 24 Uds.
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

1-1	1-24	1-23
1-2	1-21	1-22
1-3	1-20	1-19
1-4	1-17	1-18
1-5	1-16	1-15
1-6	1-13	1-14
1-7	1-12	1-11
1-8	1-9	1-10

String A:
3 x 8 =24 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50



Inversor 25
7 strings A y 14 strings G
7 + 10 = 21 strings
(7 x 24)+(14 x 24) = 504 módulos
Escala 1/200

**INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS
COALSEMA**

SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 25	Nº PLANO: 20
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	

String A:
3 x 8 = 24 módulos

Fijación: Coplanares
Superficie: Cubierta inclinada
Inclinación: 10°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

Bloque S-2A:
2 String A
42x 24 =48 módulos
Escala 1/100

S-2A
48 Uds.

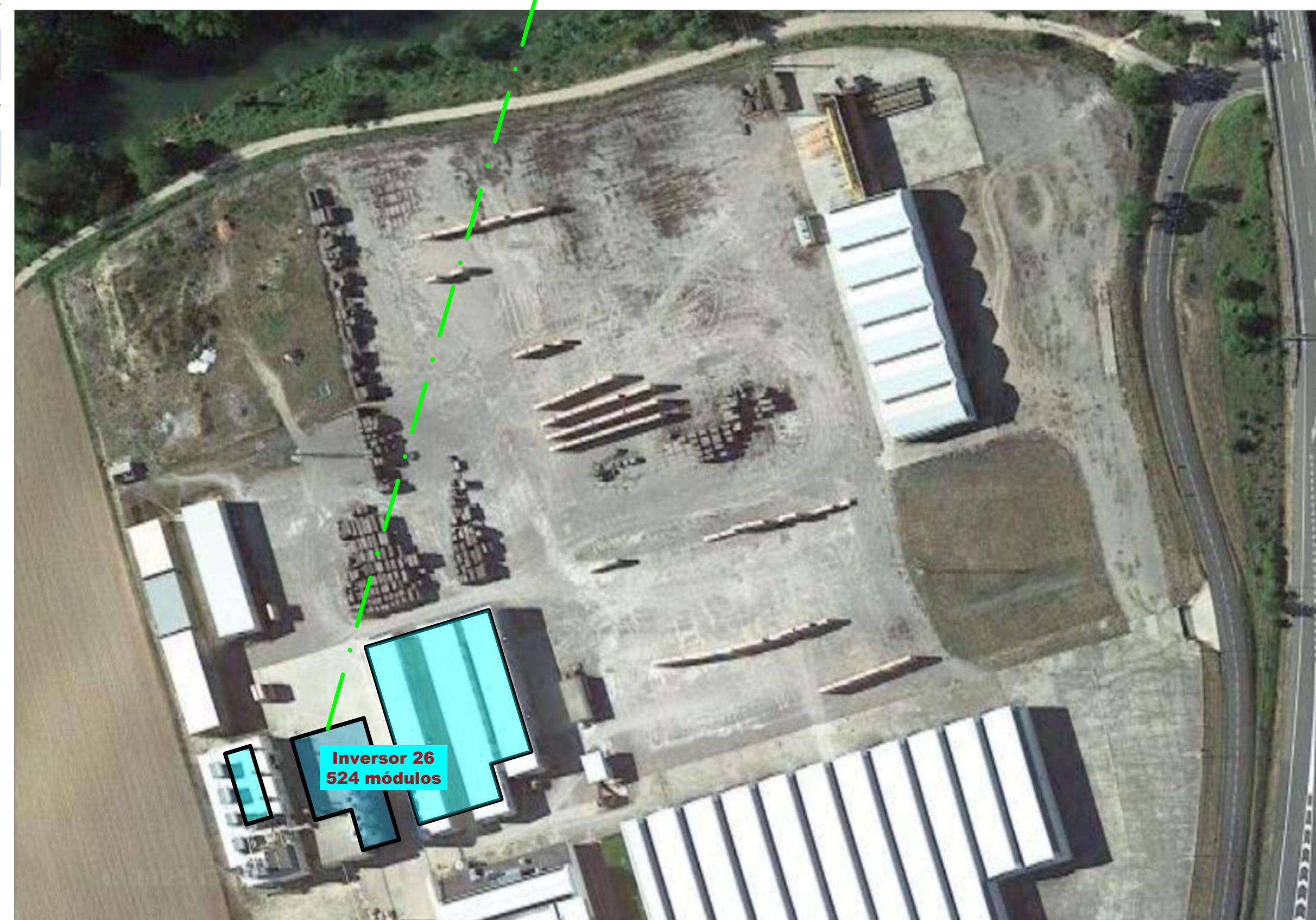
Inversor 26

16 strings A y 5 strings H

$16 + 5 = 21$ strings

$(14 \times 24) + (5 \times 28) = 524$ módulos

Escala 1/200



ÁREA 2
Ubicación de paneles
por Inversor
Escala: 1/1.000

19 String H 28 Uds.	15 String H 28 Uds.
18 String H 28 Uds.	16 String H 28 Uds.
	17 String H 28 Uds.

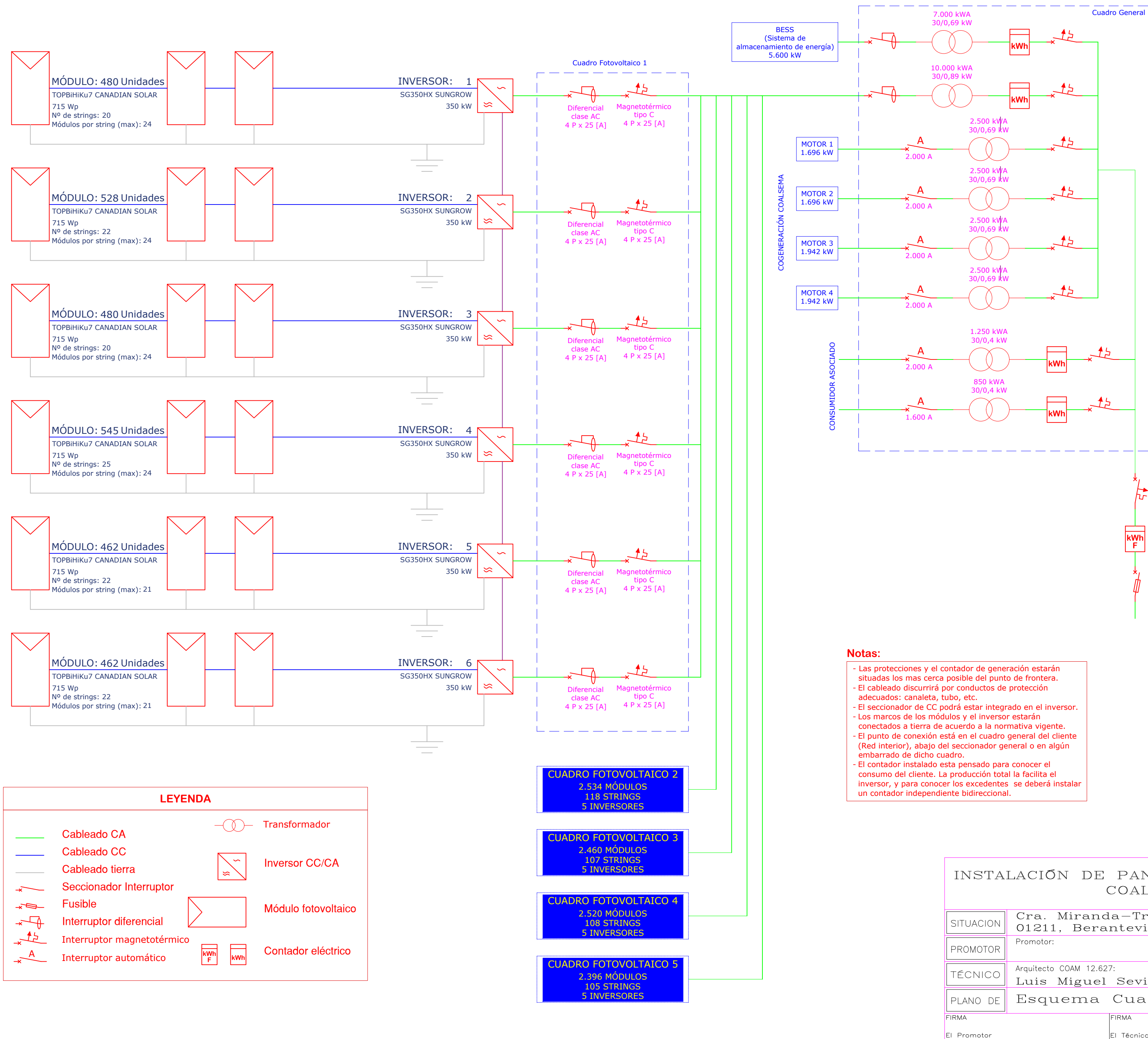
String H:
4 x 7 =28 módulos

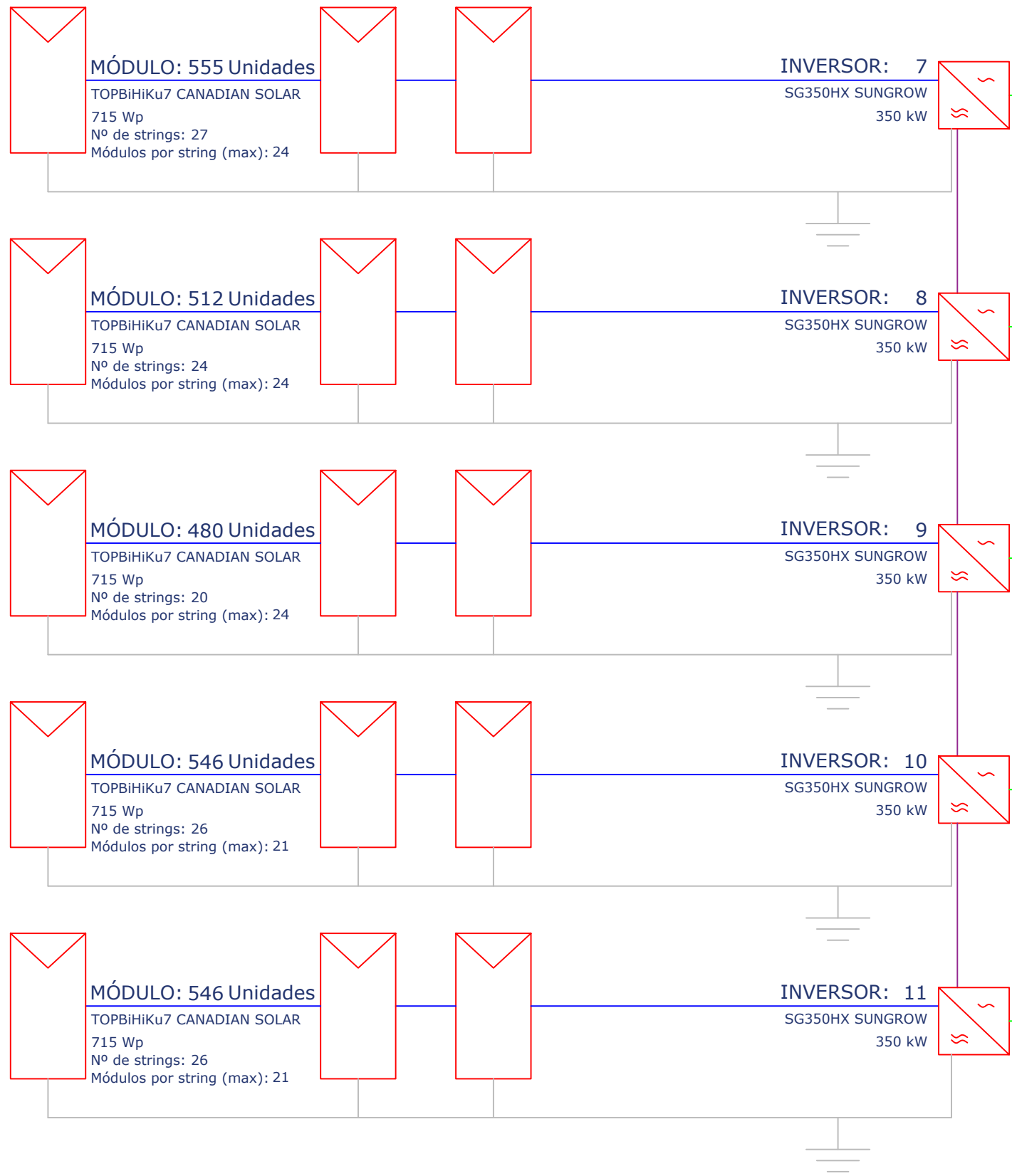
Fijación: Lastrados
Superficie: Terreno
Inclinación: 15°
Orientación: 16° Sur
Potencia: 715 kW

Escala 1/50

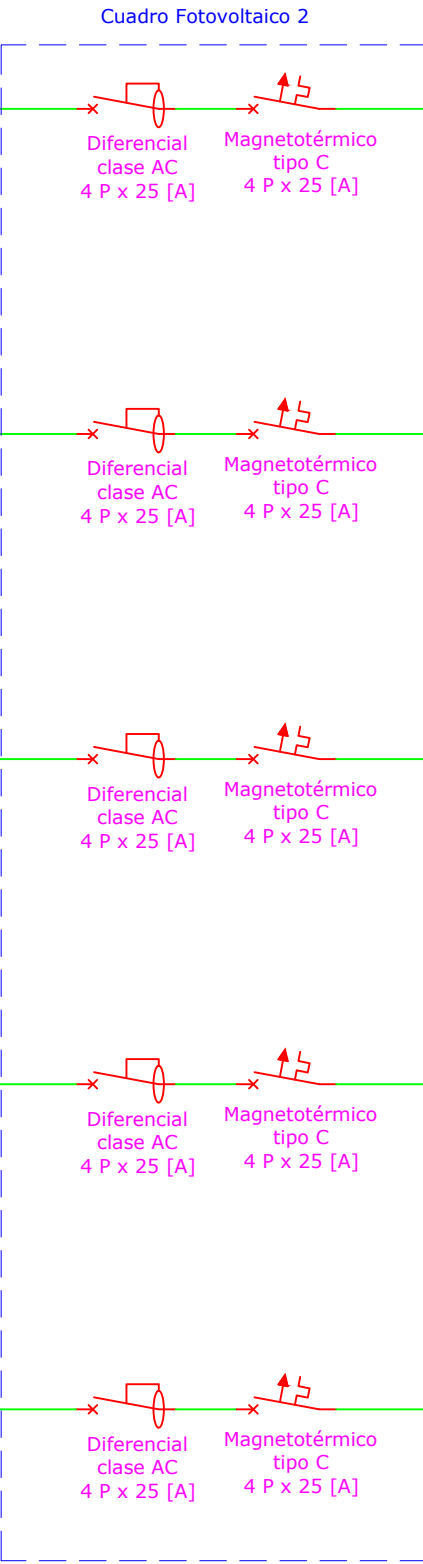
21-9	21-8	21-7	21-7
21-10	21-11	21-6	21-6
21-13	21-12	21-5	21-5
21-14	21-15	21-4	21-4
21-17	21-16	21-3	21-3
21-18	21-19	21-2	21-2
21-21	21-20	21-1	21-1

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Alava)		REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:		FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya		ESCALA: varias
PLANO DE	Ubicación Paneles Inversor 26		
FIRMA	FIRMA	Nº PLANO:	
El Promotor	El Técnico	21	





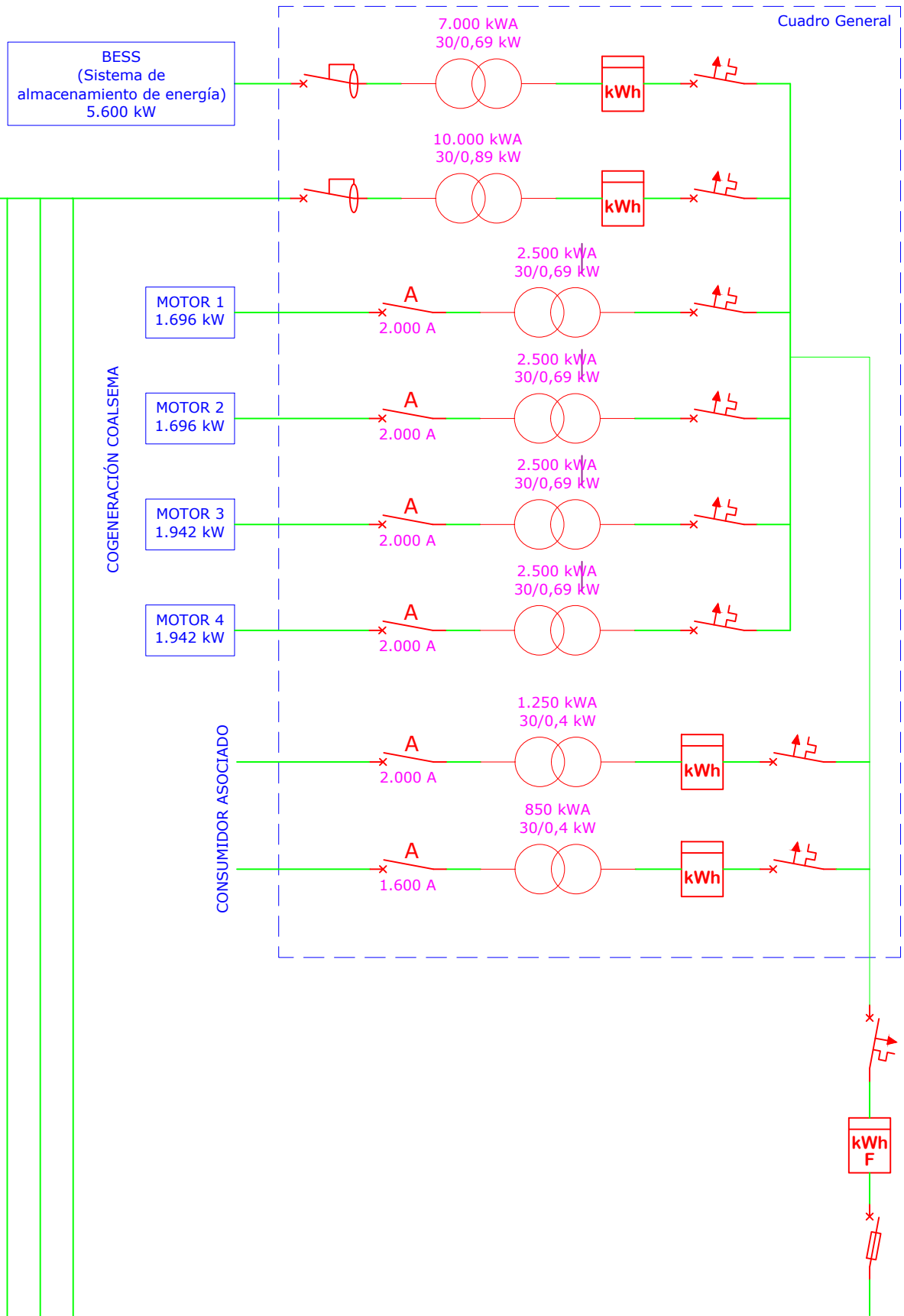
CUADRO FOTOVOLTAICO 1
2.657 MÓDULOS
131 STRINGS
6 INVERSORES



CUADRO FOTOVOLTAICO 3
2.460 MÓDULOS
107 STRINGS
5 INVERSORES

CUADRO FOTOVOLTAICO 4
2.520 MÓDULOS
108 STRINGS
5 INVERSORES

CUADRO FOTOVOLTAICO 5
2.396 MÓDULOS
105 STRINGS
5 INVERSORES



- Notas:
- Las protecciones y el contador de generación estarán situadas lo mas cerca posible del punto de frontera.
 - El cableado discurrirá por conductos de protección adecuados: canaleta, tubo, etc.
 - El seccionador de CC podrá estar integrado en el inversor.
 - Los marcos de los módulos y el inversor estarán conectados a tierra de acuerdo a la normativa vigente.
 - El punto de conexión está en el cuadro general del cliente (Red interior), abajo del seccionador general o en algún embarrado de dicho cuadro.
 - El contador instalado esta pensado para conocer el consumo del cliente. La producción total la facilita el inversor, y para conocer los excedentes se deberá instalar un contador independiente bidireccional.

LEYENDA

Cableado CA

Cableado CC

Cableado tierra

Seccionador Interruptor

Fusible

Interruptor diferencial

Interruptor magnetotérmico

Interruptor automático

Transformador

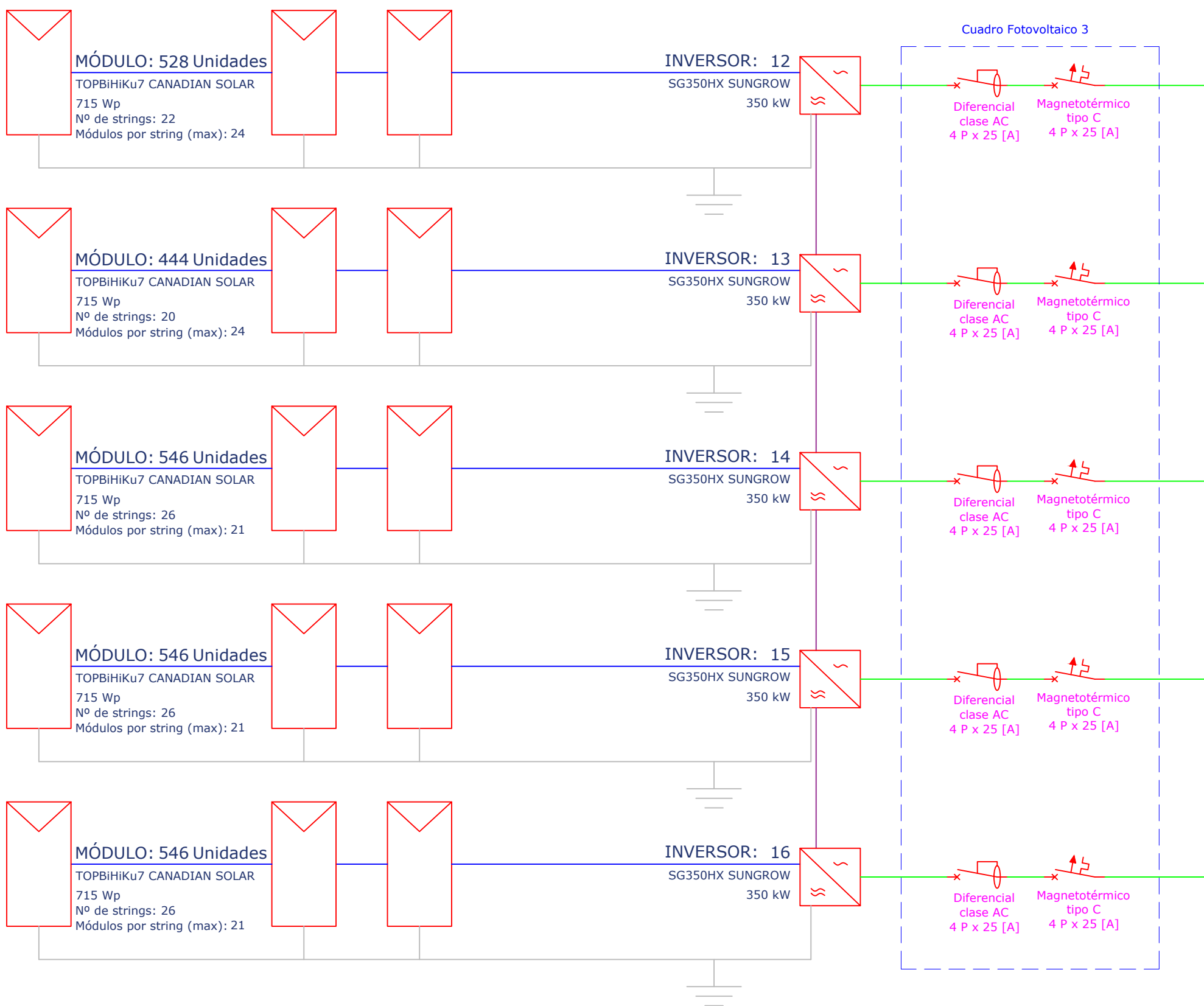
Inversor CC/CA

Módulo fotovoltaico

Contador eléctrico

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS
COALSEMA

SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: s/e
PLANO DE	Esquema Cuadro Unifilar 2	Nº PLANO: 23
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	



LEYENDA

Cableado CA

Cableado CC

Cableado tierra

Seccionador Interruptor

Fusible

Interruptor diferencial

Interruptor magnetotérmico

Interruptor automático

Transformador

Inversor CC/CA

Módulo fotovoltaico

kWh

F

kWh

Contador eléctrico

- Notas:**
- Las protecciones y el contador de generación estarán situadas lo mas cerca posible del punto de frontera.
 - El cableado discurrirá por conductos de protección adecuados: canaleta, tubo, etc.
 - El seccionador de CC podrá estar integrado en el inversor.
 - Los marcos de los módulos y el inversor estarán conectados a tierra de acuerdo a la normativa vigente.
 - El punto de conexión está en el cuadro general del cliente (Red interior), abajo del seccionador general o en algún embarrado de dicho cuadro.
 - El contador instalado esta pensado para conocer el consumo del cliente. La producción total la facilita el inversor, y para conocer los excedentes se deberá instalar un contador independiente bidireccional.

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS
COALSEMA

SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: s/e
PLANO DE	Esquema Cuadro Unifilar 3	Nº PLANO: 24
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	

LEYENDA

Cableado CA

Cableado CC

Cableado tierra

Seccionador Interruptor

Fusible

Interruptor diferencial

Interruptor magnetotérmico

Interruptor automático

Transformador

Inversor CC/CA

Módulo fotovoltaico

Contador eléctrico

MÓDULO: 546 Unidades

TOPBiHiKu7 CANADIAN SOLAR

715 Wp

Nº de strings: 26

Módulos por string (max): 21

MÓDULO: 480 Unidades

TOPBiHiKu7 CANADIAN SOLAR

715 Wp

Nº de strings: 20

Módulos por string (max): 24

MÓDULO: 504 Unidades

TOPBiHiKu7 CANADIAN SOLAR

715 Wp

Nº de strings: 21

Módulos por string (max): 24

MÓDULO: 504 Unidades

TOPBiHiKu7 CANADIAN SOLAR

715 Wp

Nº de strings: 21

Módulos por string (max): 24

MÓDULO: 504 Unidades

TOPBiHiKu7 CANADIAN SOLAR

715 Wp

Nº de strings: 21

Módulos por string (max): 24

INVERSOR: 17

SG350HX SUNGROW

350 kW

INVERSOR: 18

SG350HX SUNGROW

350 kW

INVERSOR: 19

SG350HX SUNGROW

350 kW

INVERSOR: 20

SG350HX SUNGROW

350 kW

INVERSOR: 21

SG350HX SUNGROW

350 kW

Cuadro Fotovoltaico 4

Diferencial clase AC

4 P x 25 [A]

Magnetotérmico tipo C

4 P x 25 [A]

Cuadro Fotovoltaico 1

2.657 MÓDULOS

131 STRINGS

6 INVERSORES

Cuadro Fotovoltaico 2

2.534 MÓDULOS

118 STRINGS

5 INVERSORES

Cuadro Fotovoltaico 3

2.460 MÓDULOS

107 STRINGS

5 INVERSORES

Cuadro Fotovoltaico 5

2.396 MÓDULOS

105 STRINGS

5 INVERSORES

BESS

(Sistema de almacenamiento de energía)

5.600 kW

Cuadro General

7.000 kVA

30/0,69 kW

10.000 kVA

30/0,89 kW

2.500 kVA

30/0,69 kW

2.500 kVA

30/0,69 kW

2.500 kVA

30/0,69 kW

2.500 kVA

30/0,69 kW

1.250 kVA

30/0,4 kW

850 kVA

30/0,4 kW

MOTOR 1

1.696 kW

2.000 A

MOTOR 2

1.696 kW

2.000 A

MOTOR 3

1.942 kW

2.000 A

MOTOR 4

1.942 kW

2.000 A

CONSUMIDOR ASOCIADO

2.000 A

1.600 A

Notas:

- Las protecciones y el contador de generación estarán situadas los mas cerca posible del punto de frontera.

- El cableado discurrirá por conductos de protección adecuados: canaleta, tubo, etc.

- El seccionador de CC podrá estar integrado en el inversor.

- Los marcos de los módulos y el inversor estarán conectados a tierra de acuerdo a la normativa vigente.

- El punto de conexión está en el cuadro general del cliente (Red interior), abajo del seccionador general o en algún embarrado de dicho cuadro.

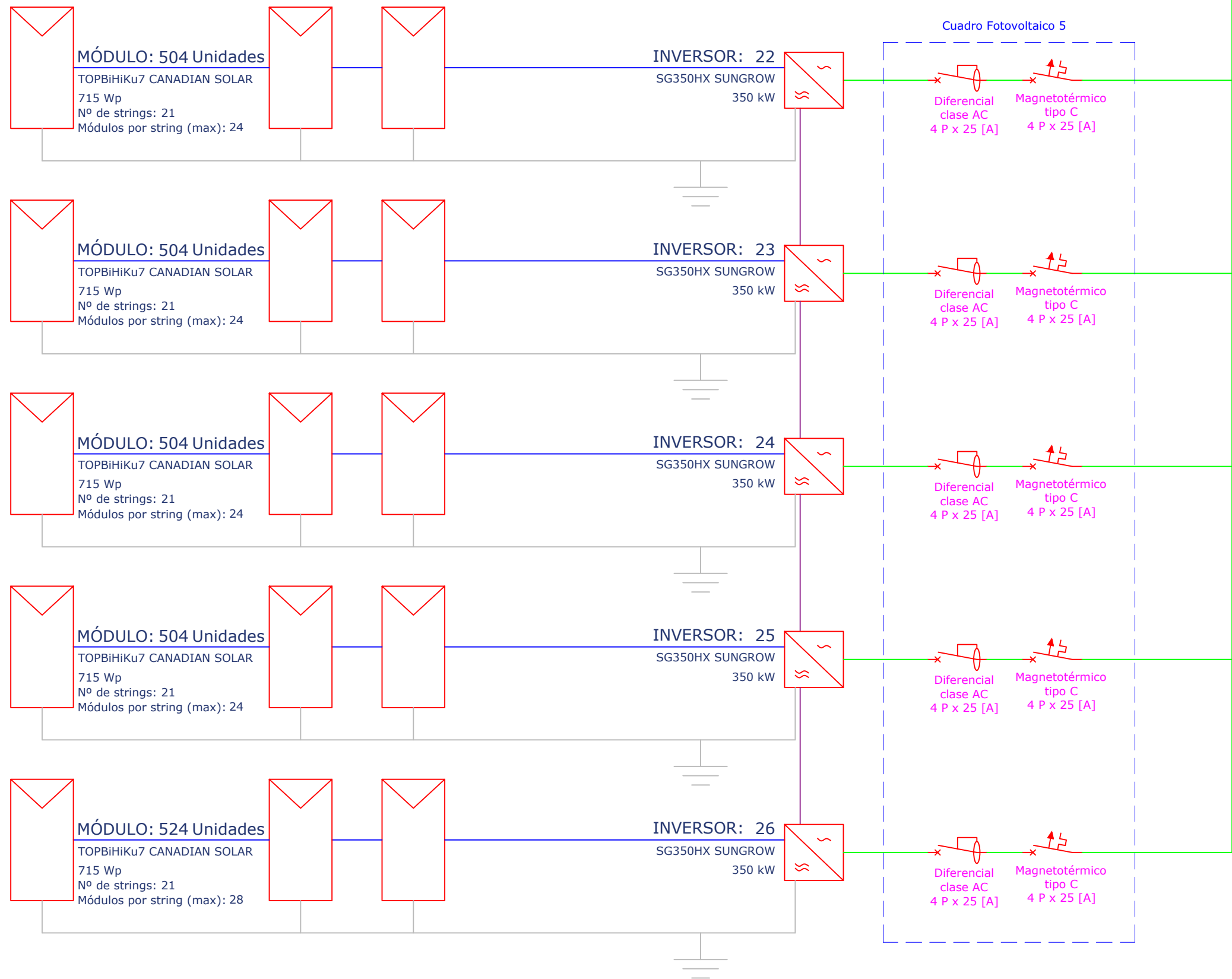
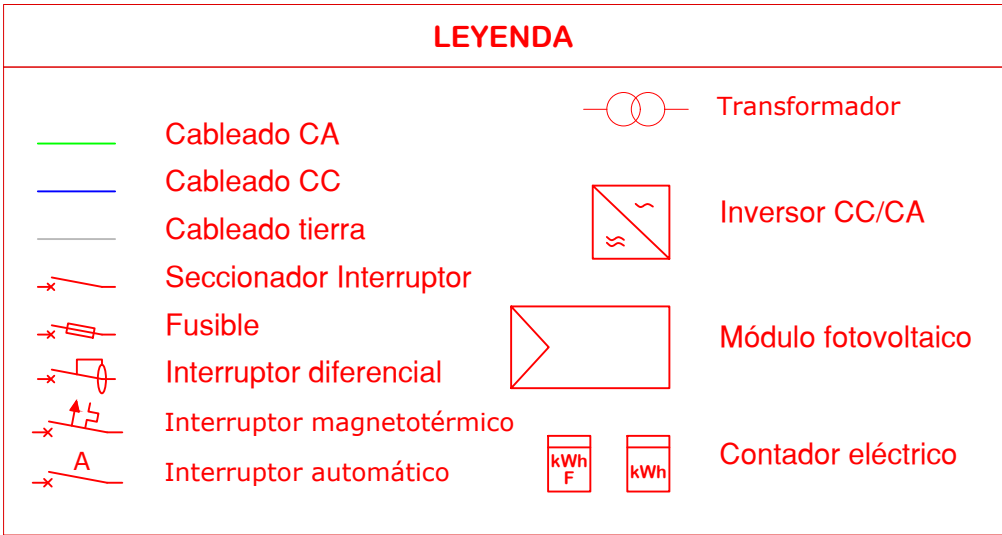
- El contador instalado esta pensado para conocer el consumo del cliente. La producción total la facilita el inversor, y para conocer los excedentes se deberá instalar un contador independiente bidireccional.

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

COALSEMA

SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: s/e
PLANO DE	Esquema Cuadro Unifilar 4	Nº PLANO: 25
FIRMA	FIRMA	
El Promotor	El Técnico	

190 / 197

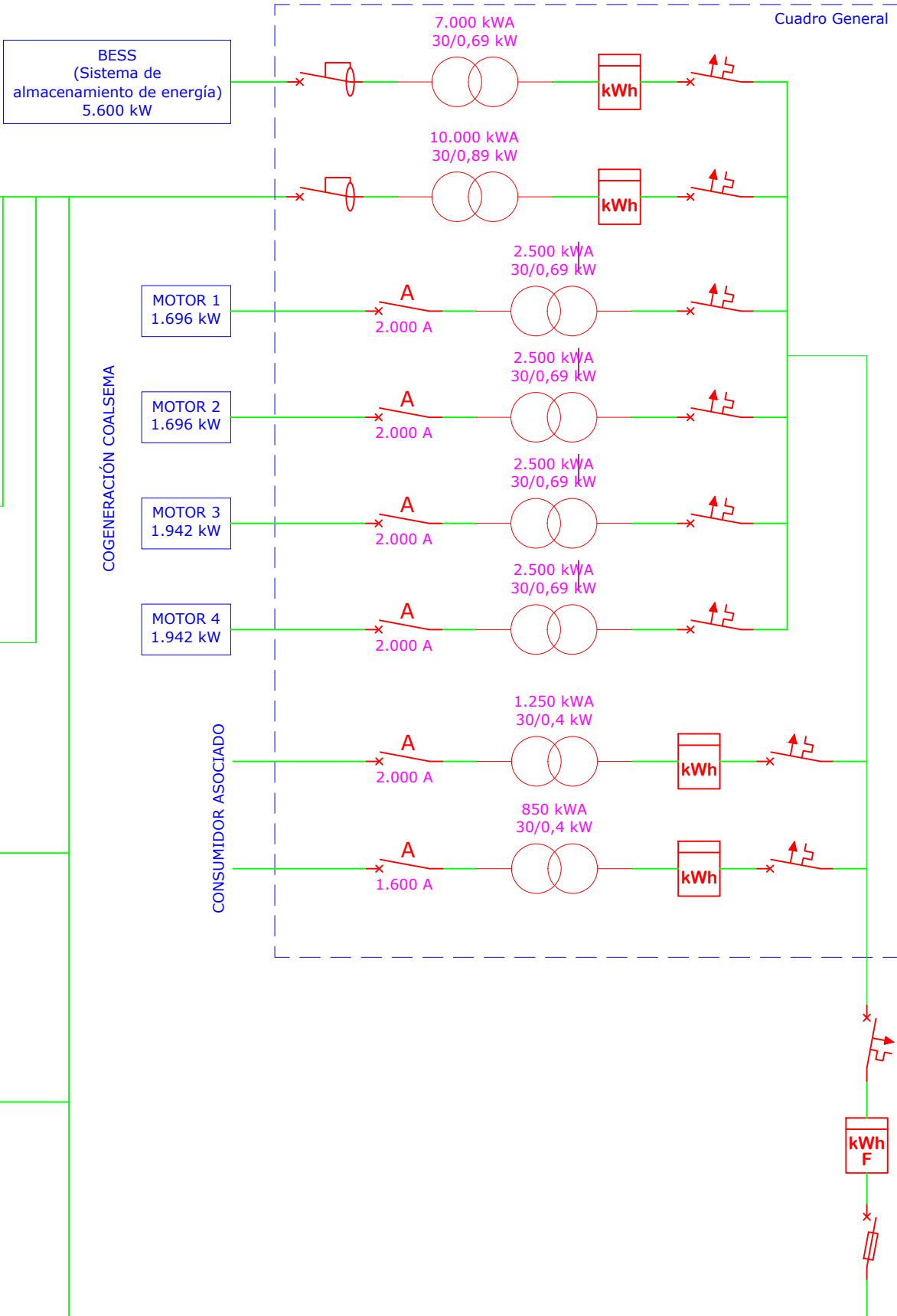
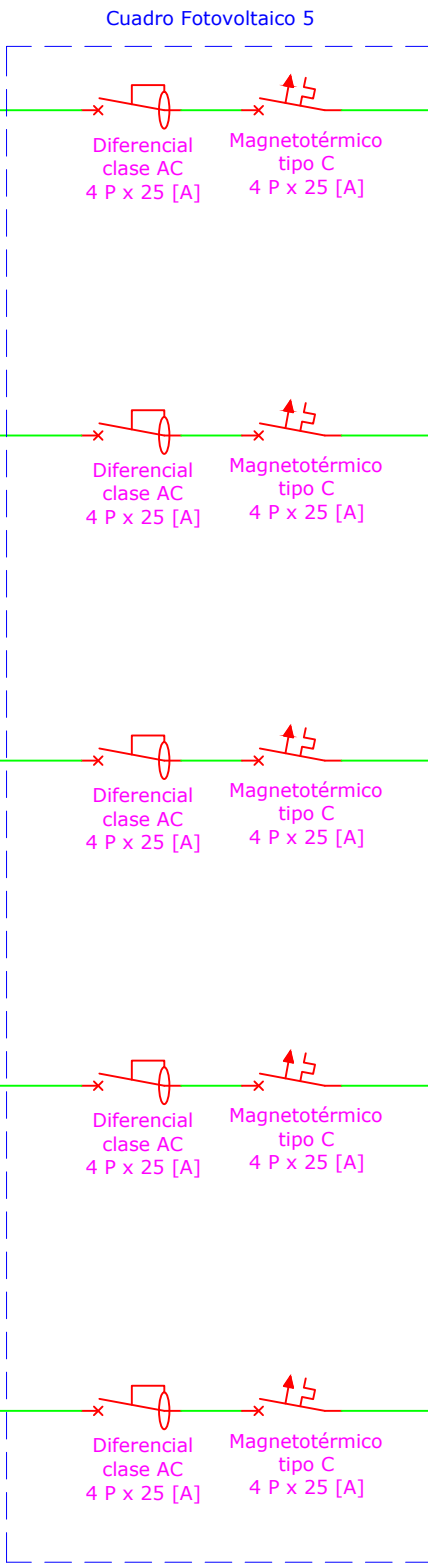


CUADRO FOTOVOLTAICO 1
2.657 MÓDULOS
131 STRINGS
6 INVERSORES

CUADRO FOTOVOLTAICO 2
2.534 MÓDULOS
118 STRINGS
5 INVERSORES

CUADRO FOTOVOLTAICO 3
2.460 MÓDULOS
107 STRINGS
5 INVERSORES

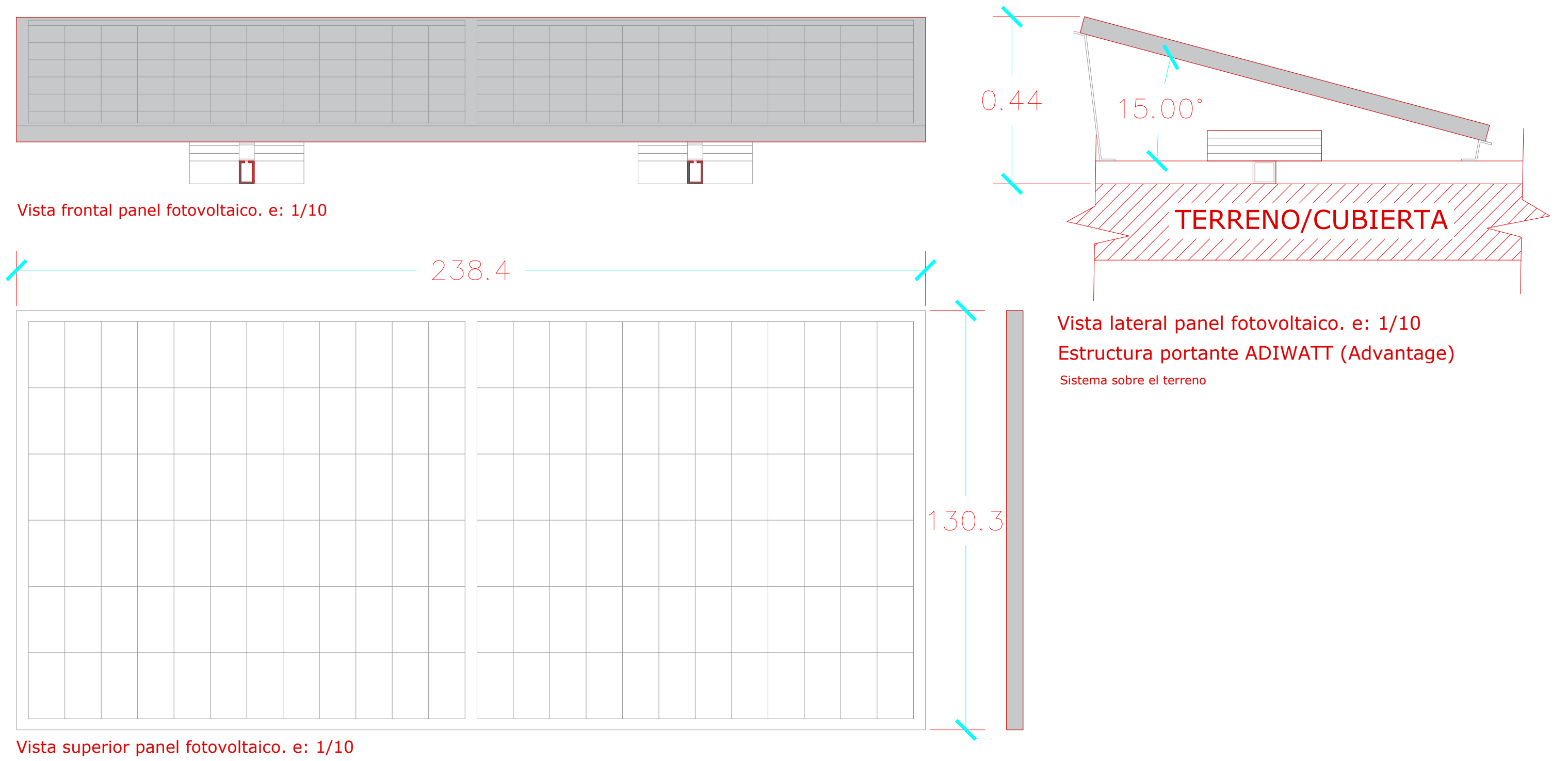
CUADRO FOTOVOLTAICO 4
2.520 MÓDULOS
108 STRINGS
5 INVERSORES



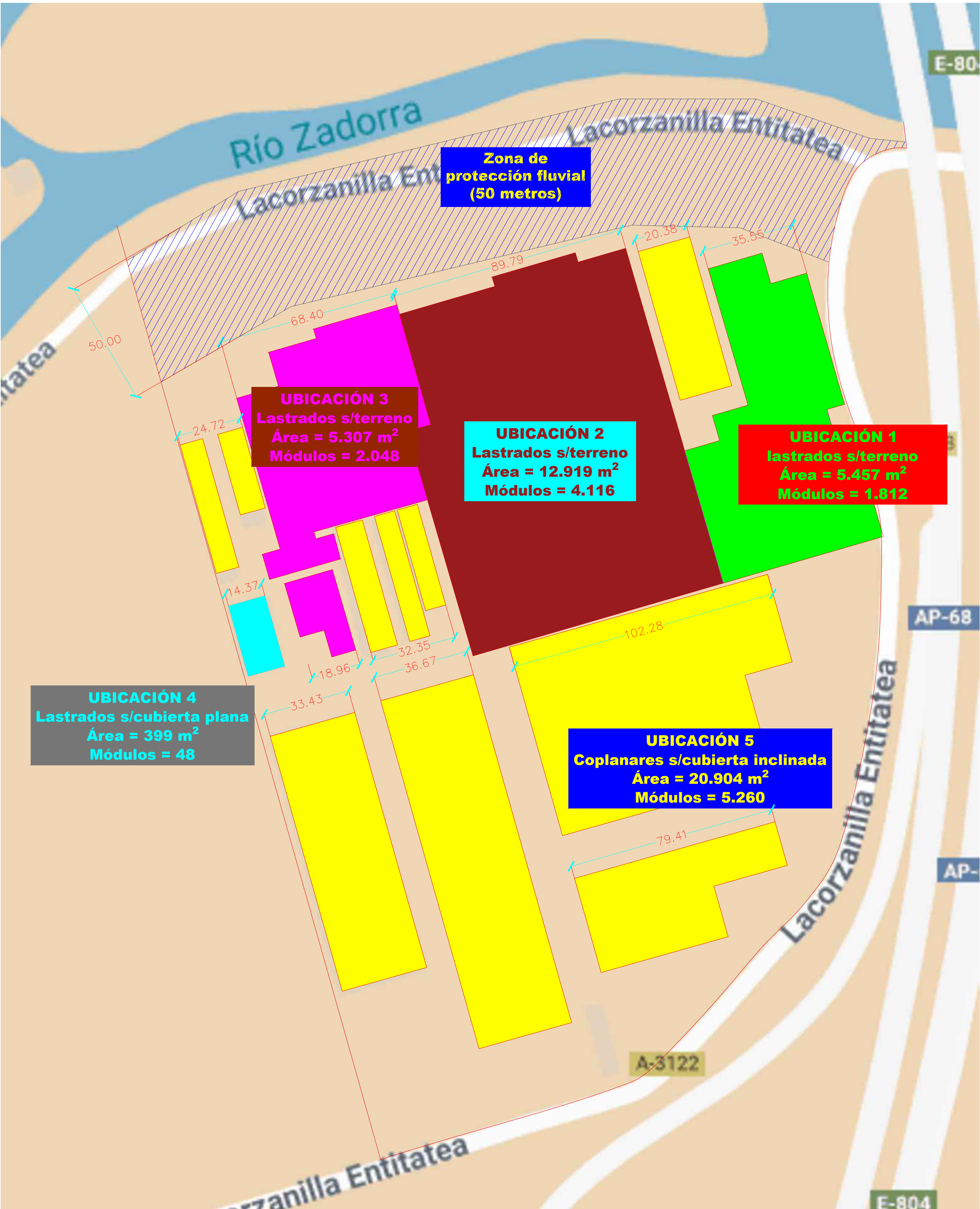
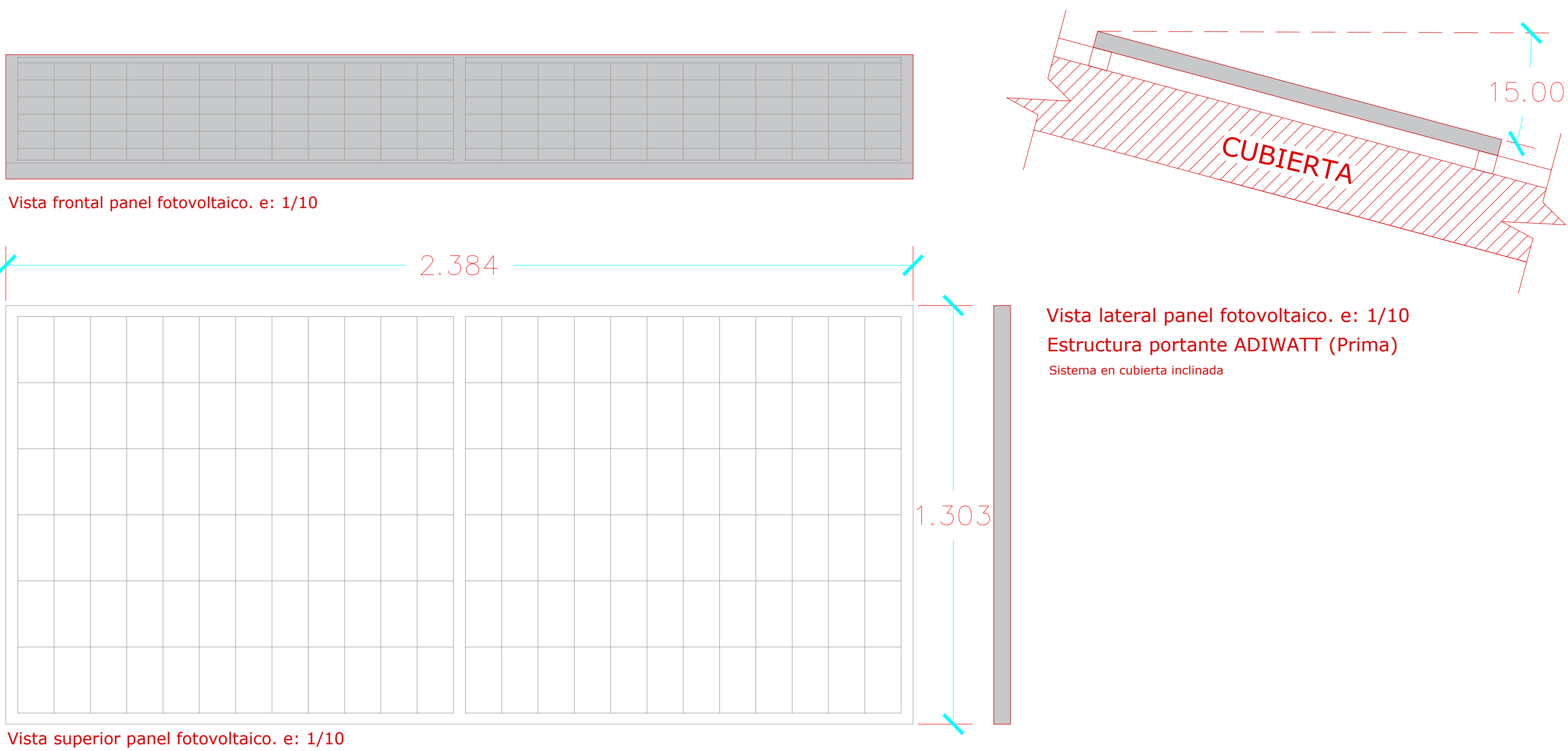
- Notas:**
- Las protecciones y el contador de generación estarán situadas lo mas cerca posible del punto de frontera.
 - El cableado discurrirá por conductos de protección adecuados: canaleta, tubo, etc.
 - El seccionador de CC podrá estar integrado en el inversor.
 - Los marcos de los módulos y el inversor estarán conectados a tierra de acuerdo a la normativa vigente.
 - El punto de conexión está en el cuadro general del cliente (Red interior), abajo del seccionador general o en algún embarrado de dicho cuadro.
 - El contador instalado esta pensado para conocer el consumo del cliente. La producción total la facilita el inversor, y para conocer los excedentes se deberá instalar un contador independiente bidireccional.

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA

SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)	REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:	FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya	ESCALA: s/e
PLANO DE	Esquema Cuadro Unifilar 5	Nº PLANO: 26
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	



Detalle panel fotovoltaico 715 W



Plano de ubicaciones de paneles. Escala 1/1000

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS COALSEMA			
SITUACION	Cra. Miranda-Treviño km 5 01211, Berantevilla. (Álava)		REFERENCIA:
PROMOTOR	Promotor:		FECHA: Mayo 2025
TÉCNICO	Arquitecto COAM 12.627: Luis Miguel Sevilla Moya		ESCALA: varias
PLANO DE	Estructura portante. Ubicaciones		
FIRMA El Promotor	FIRMA El Técnico	Nº PLANO: 27	

2. FICHA CATASTRAL

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

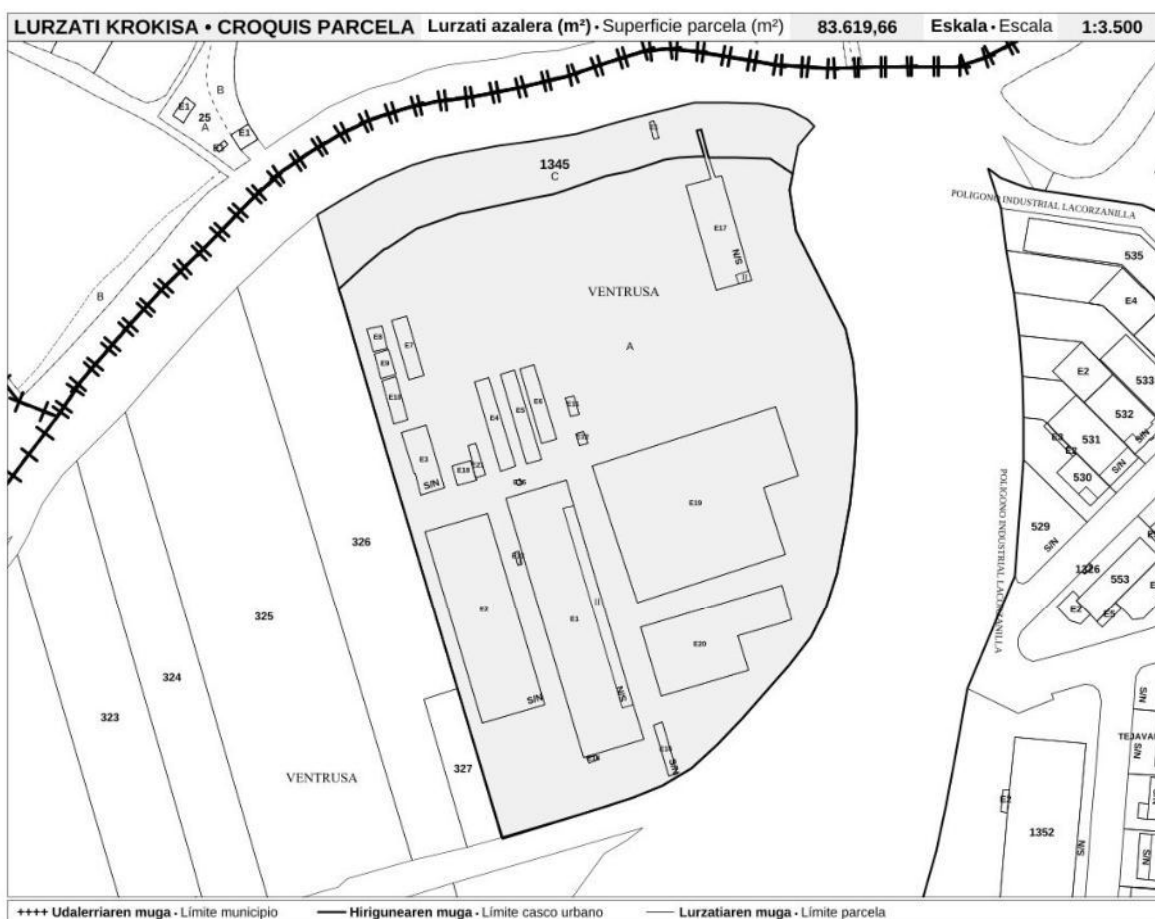
Udalerria • Municipio **BERANTEVILLA (14)** Pol. • Pol. **01** Lurzati • Parcela **1345** Herria • Población **LACORZANILLA** Jaulkipen data • Fecha de emisión **24/5/2025**

UNITATEEN DATUAK • DATOS DE LAS UNIDADES

GUZTIRA • TOTAL 26

ERREFERENTZIA (*) REFERENCIA (*)					AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²)		ERABILERA EDO LABORANTZA USO O CULTIVO
Azpi. Sub.	Eraik. Edif.	Unit. Unid.	KD DC	Zerg. Iza. Nat. FISC.	HEL BIDEA EDO AURKINTZA DIRECCIÓN O PARAJE	Nagusia Principal	
0A	0001	0001	MX	U	POL.IND.LACORZANILLA B	5.399,35	BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0001	0002	BX	U	POL.IND.LACORZANILLA 1	354,05	INDUST. LOTURIKO BUL. • OFICINA UNIDO INDUST.
0A	0001	0003	DX	U	POL.IND.LACORZANILLA 1	78,25	GANBARAK • TRASTERO
0A	0002	0001	MZ	U	POL.IND.LACORZANILLA B	3.919,32	BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0003	0001	MO	U	POL.IND.LACORZANILLA B	492,55	BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0004	0001	MQ	U	POL.IND.LACORZANILLA B	433,49	BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0005	0001	MS	U	POL.IND.LACORZANILLA B	421,81	BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.

Ez da amaitu • Continúa ...



(*) Katastroko erreferentziak honako osagai hauek ditu: udalerria, poligonoa, lurzati, azpirlurzati, eraikina eta unitatea • La referencia se compone de municipio, poligono, parcela, subparcela, edificio y unidad

UNITATEEN DATUAK (jarraipena) • DATOS DE LAS UNIDADES (continuación)

GUZTIRA • TOTAL 26

REFERENCIA					HELBIDEA EDO AURKINTZA DIRECCIÓN O PARAJE	AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²)		ERABILERA EDO LABORANTZA USO O CULTIVO
Azpi. Sub.	Eraik. Edif.	Unit. Unid.	KD DC	Nat. Fis.		Nagusia Principal	Esp. kom. Común	
0A	0006	0001	MU	U	POL.IND.LACORZANILLA B	353,17		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0007	0001	MW	U	POL.IND.LACORZANILLA B	282,38		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0008	0001	MY	U	POL.IND.LACORZANILLA B	105,13		GANBARAK • TRASTERO
0A	0009	0001	MN	U	POL.IND.LACORZANILLA B	115,06		GANBARAK • TRASTERO
0A	0010	0001	MY	U	POL.IND.LACORZANILLA B	204,18		GANBARAK • TRASTERO
0A	0011	0001	MN	U	POL.IND.LACORZANILLA B	49,30		GANBARAK • TRASTERO
0A	0012	0001	MP	U	POL.IND.LACORZANILLA B	32,43		ERAIKIN OSAGARRI TXIKIAK • EDIFICIOS MENORES DE CARACTER AUX.
0A	0013	0001	MR	U	POL.IND.LACORZANILLA B	18,99		GANBARAK • TRASTERO
0A	0014	0001	MT	U	POL.IND.LACORZANILLA B	18,99		GANBARAK • TRASTERO
0A	0015	0001	MV	U	POL.IND.LACORZANILLA B	131,38		ERAIKIN OSAGARRI TXIKIAK • EDIFICIOS MENORES DE CARACTER AUX.
0A	0016	0001	MX	U	POL.IND.LACORZANILLA B	28,10		LIKIDO, GAS BILTEGIA • DEPOSITO LIQUIDO,GAS
0A	0017	0001	MZ	U	POL.IND.LACORZANILLA B	1.278,75		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0017	0002	BZ	U	POL.IND.LACORZANILLA B	38,42		INDUST. LOTURIKO BUL. • OFICINA UNIDO INDUST.
0A	0018	0001	MO	U	POL.IND.LACORZANILLA B	125,38		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0019	0001	MQ	U	POL.IND.LACORZANILLA B	7.595,44		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0020	0001	MO	U	POL.IND.LACORZANILLA B	2.617,85		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. • ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0021	0001	MQ	U	POL.IND.LACORZANILLA B	89,93		GANBARAK • TRASTERO
0U	0001	0001	MP	U	DISEMINADO B	25,17		GANBARAK • TRASTERO
0C	0000	0000	KU	R	VENTRUSA	8.480,22		BAZKATARAKO ALFER LURRA BAKARRA • ERIAL A PASTOS UNICA

HIRI AZPILURZATZEN DATUAK DATOS DE LAS SUBPARCELAS URBANAS

Azpi. Sub.	Librea Libre	AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²)	
		Okupatuta Ocupada	Guztira Total
0A	51.672,37	23.441,90	75.114,27
0U		25,17	25,17

ERAIKINEN DATUAK DATOS DE LOS EDIFICIOS

Azpi. Sub.	Eraikuntza Edificio	Azalera (m²) Superficie (m²)	ANTZINATASUNA ANTIGÜEDAD	
			Eraikuntza Construcción	Eraberritzea Reforma
0A	0001	5.150,94	1976	
0A	0002	3.919,32	1995	
0A	0003	492,55	1995	
0A	0004	433,49	1995	
0A	0005	421,81	1995	
0A	0006	353,17	1995	
0A	0007	282,38	1995	
0A	0008	105,13	1995	
0A	0009	115,06	1995	
0A	0010	204,18	1995	
0A	0011	49,30	1995	
0A	0012	32,43	1995	
0A	0013	18,99	1995	
0A	0014	16,38	1995	
0A	0015	131,38	1995	
0A	0016	8,03	1995	
0A	0017	1.278,75	2000	
0A	0018	125,38	1995	
0A	0019	7.595,44	2008	
0A	0020	2.617,85	2008	
0A	0021	89,93	1995	

Ez da amaitu • Continúa ...

ERAIKINEN DATUAK (jarraipena)
DATOS DE LOS EDIFICIOS (continuación)

ANTZINATASUNA ANTIGÜEDAD				
Azpi. Sub.	Eraikuntza Edificio	Azalera (m²) Superficie (m²)	Eraikuntza Construcción	Eraberritzea Reforma
0U	0001	25,17	1999	

Proyecto redactado por Enrique Madrid Izquierdo con N° de colegiado COIIM 19.569 en Madrid a martes 30 de diciembre de 2025.

Firma electrónica: