

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



"Planta de generación fotovoltaica de 4MW"

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre- 2021/2022

AUTOR: Borja Fúnez Galvañ

DIRECTOR/ES: Juan Manuel Sánchez Eugenio

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA.....	4
1.1 PREÁMBULO.....	4
1.2 OBJETO DEL PROYECTO.....	5
1.3 LEGISLACIÓN APLICABLE.....	5
1.4 UBICACIÓN.....	7
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	8
1.5.1 POTENCIA A INSTALAR.....	8
1.5.2 ELECCIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO.....	9
1.5.3 ELECCIÓN DEL INVERSOR.....	12
1.5.4 CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA.....	16
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	23
1. OBJETO.....	23
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	23
2.1 TRABAJOS A REALIZAR.....	23
2.2 TRABAJOS A REALIZAR.....	24
2.3 EMPLAZAMIENTO.....	25
2.4 CLIMATOLOGÍA.....	26
2.5 VALLADO.....	26
3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS PROCESOS DE OBRA.....	28
3.1 INSTALACIONES.....	28
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	37
1. CALCULOS EN BAJA TENSIÓN.....	37
1.1 DIMENSIONADO DE LOS STRINGS.....	37
1.2 CÁLCULO DE SECCIONES DE CABLEADO.....	37
1.3 CÁLCULO EN MEDIA TENSIÓN.....	44
PLIEGO DE CONDICIONES.....	53
1.1 OBJETO.....	53
2. CÓDIGOS Y NORMAS.....	53
3. VALORACIONES.....	55
3.1 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTACIÓN.....	55
4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	56
PRESUPUESTO.....	61
ANEXO 01 – DOCUMENTACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS.....	64
ANEXO 02 – DOCUMENTACIÓN INVERSOR.....	65
ANEXO 03 – DOCUMENTACIÓN TRANSFORMADOR.....	66

ANEXO 04 – DOCUMENTACIÓN CELDAS MEDIA TENSIÓN.....	67
ANEXO 05 – GESTIÓN DE RESIDUOS	68
1. OBJETO DEL ESTUDIO.....	68
2. CONTENIDO	68
3. NORMATIVA APLICABLE.....	69
4. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO	71
4.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN	71
5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	73
6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA	74
7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	75
8. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	78
PLANOS.....	80



MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

1.1 PREÁMBULO

En la actualidad todo el mundo conoce el problema que plantean los combustibles fósiles, que se pueden simplificar en los dos siguiente: la contaminación y su limitado uso. En los inicios de la industrialización éstos fueron clave para un próspero desarrollo y alcanzar el progreso del que hoy disponemos, pero con el avance de la sociedad también lo ha hecho la demanda de información y energía a nivel global. Los combustibles fósiles están siendo eliminados del plano por gran parte de los gobiernos en respuesta a esta oleada de preocupación por el medioambiente y el futuro de nuestro planeta, abriendo así más posibilidades a las energías renovables.

Las energías renovables, son aquellas energías “limpias” que no contaminan y que consideramos ser “ilimitadas” aunque todas presentan sus ventajas y desventajas, se está haciendo un gran trabajo de investigación por mejorar su rendimiento en todos los campos, entre ellas la energía solar está muy extendida y aún en desarrollo ya que presenta algunas ventajas como las siguientes:

- Puede ser captada por todo el mundo.
- Sigue en continuo desarrollo, haciendo que los costes tiendan a bajar mientras que el rendimiento mejora.
- Es fácilmente escalable, es sencillo aumentar o reducir la potencia de una instalación según las necesidades.
- Tiene un bajo coste de mantenimiento.
- Baja contaminación.

Hoy en día la energía solar se está implementando en todas partes: se construyen casas autosuficientes con energía solar y otras energías limpias, se

incorporan en señales de tráfico luminosas para mejorar la seguridad en la carretera y próximamente se incluirán en los propios vehículos eléctricos para aumentar su autonomía. En la industria de generación de energía a pequeña/media escala tampoco se queda atrás, ya que poco a poco se están instalando más planta de generación fotovoltaica en todo el planeta.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la definición técnica de una planta solar fotovoltaica de 4 MW de potencia pico, ubicada en la población de X

Se realizará así mismo un análisis económico para determinar la viabilidad o el interés desde el punto de vista de inversión, con la actual normativa de remuneración para la energía generada por estos sistemas.

1.3 LEGISLACIÓN APLICABLE

La normativa de aplicación utilizada para la redacción de este proyecto ha sido:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC)

- 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.

-Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan 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, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatoria que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.

De esta forma, los módulos fotovoltaicos cumplen las siguientes condiciones:

-Los módulos fotovoltaicos incorporan el marcado CE, según la Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

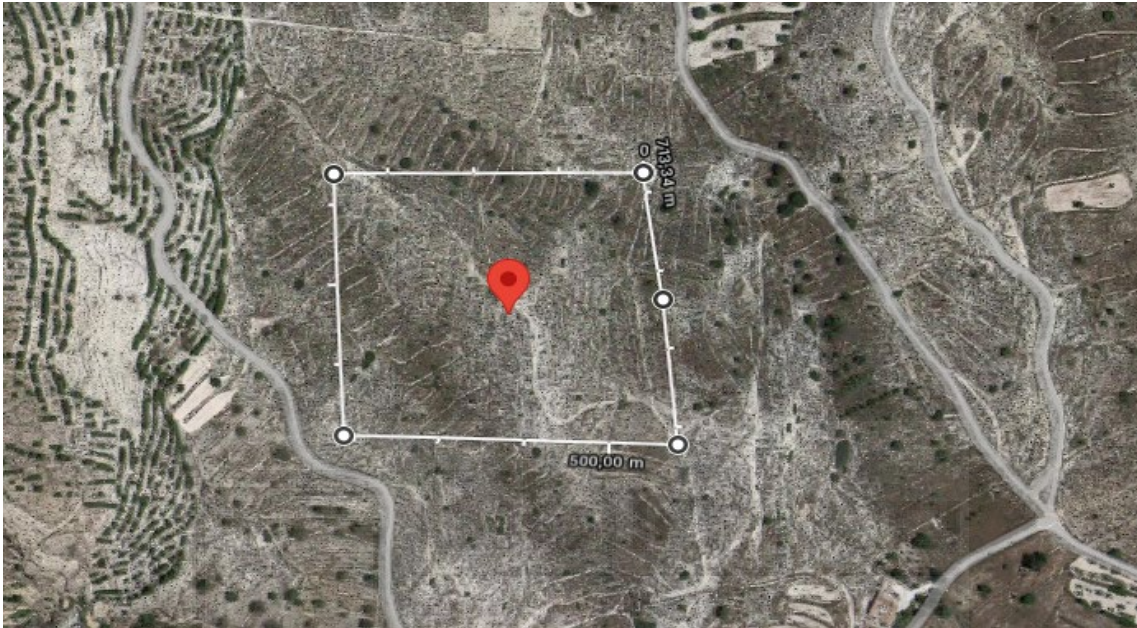
- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

1.4 UBICACIÓN

La planta se encontrará en la provincia de Alicante cerca del Moralet y Villanueva, con coordenadas 38.435381, -0.585415.

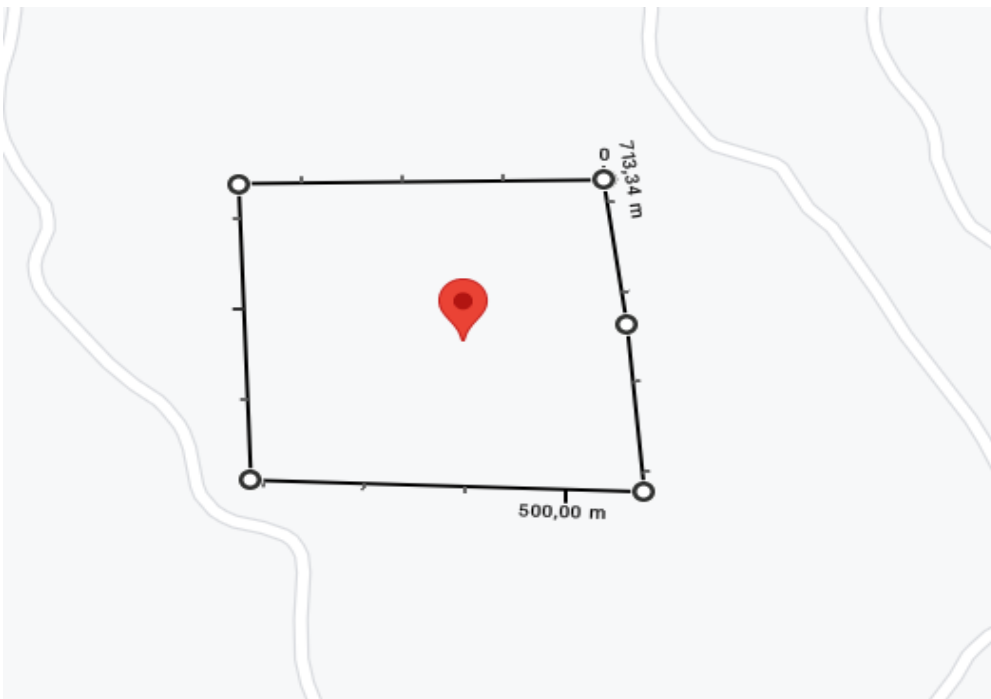
A continuación, se muestra una imagen del proyecto donde se realiza la implantación:



Vista

en

relieve:



:

El área consiste en un total de 30 hectáreas, con acceso a caminos y carreteras para el acceso de los vehículos industriales. Esta ubicación ha sido elegida ya que el sur de España suele tener un clima cálido a lo largo del año, incluso los meses más fríos deberían ser óptimos para el correcto funcionamiento de los módulos de las placas fotovoltaicas. El emplazamiento elegido presenta unas características favorables para llevar a cabo el desarrollo de la planta, con un terreno sin notables pendientes. Para tener en cuenta el impacto medioambiental, el lugar está situado a al menos un kilómetro de las urbanizaciones más cercanas.

Cabe destacar que la subestación de transformación más cercana es la de San Vicente, estando a unos 6 Km es una opción muy interesante.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.5.1 POTENCIA A INSTALAR

La potencia pico a instalar será de 4MW, para general esta cantidad se instalarán 8000 paneles con una potencia pico de 500W.

Los inversores y los transformadores se dimensionarán para no limitar la potencia de la instalación, por lo que el parámetro a considerar será este valor de potencia pico.

1.5.2 ELECCIÓN DEL PANEL FOTOVOLTAICO

Los paneles fotovoltaicos que se instalarán serán la mayor parte del coste del proyecto, de forma que una correcta elección es vital a la hora de realizar un buen proyecto que en futuro pueda salir adelante. Para esta elección, se han tenido en cuenta diversos parámetros:

- **Potencia:** este factor va unido a cuántos paneles tendremos que instalar, lo que se une a las tiradas de cables y posteriores protecciones que tendremos que utilizar. Se ha optado por una potencia de 500 Watios pico por ser una buena opción, aunque se podrían elegir paneles con mayor potencia a un coste mucho más elevado.
- **Eficiencia:** Se define como el cociente entre la potencia eléctrica que nos genera el panel y la potencia irradiada sobre el mismo, para unas condiciones determinadas. Siempre es un factor favorable ya que una mayor eficiencia nos permite reducir el área física de actuación de la instalación de la planta. Si para una misma potencia instalada reducimos las dimensiones físicas ocupadas, se producirá un ahorro en costes de estructuras, cableados, canalizaciones, etc.
- **Precio:** el coste de adquisición es un factor muy importante a la hora de escoger unos paneles que sean óptimos con relación a la potencia escogida.

Inicialmente se consideró la opción de incluir en el proyecto los novedosos paneles solares flexibles pero dada su recién incorporación al mercado, son muy costosos e inferiores en potencia, haciendo que se necesitasen muchos más que los actuales paneles rígidos que se están instalando. Los paneles escogidos son paneles solares de 500W LONGI LR5-66HPH HIMO5.

Características de los paneles escogidos:

Electrical Characteristics		STC : AM1.5 1000W/m ² 25°C	NOCT : AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s	Test uncertainty for Pmax: ±3%
Module Type	LR5-66HPH-500M			
Testing Condition	STC	NOCT		
Maximum Power (Pmax/W)	500	373.7		
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.55	42.83		
Short Circuit Current (Isc/A)	13.90	11.24		
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	38.38	35.65		
Current at Maximum Power (Imp/A)	13.03	10.48		
Module Efficiency(%)	21.1			

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0~3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C

Temperature Ratings (STC)

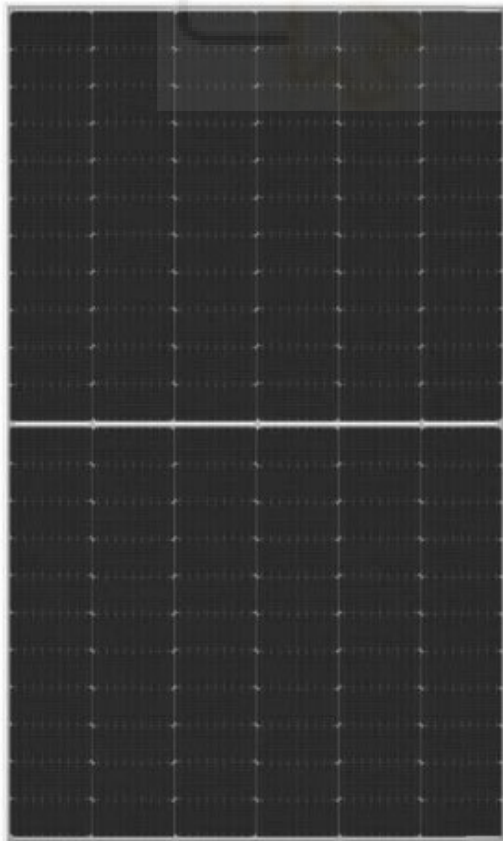
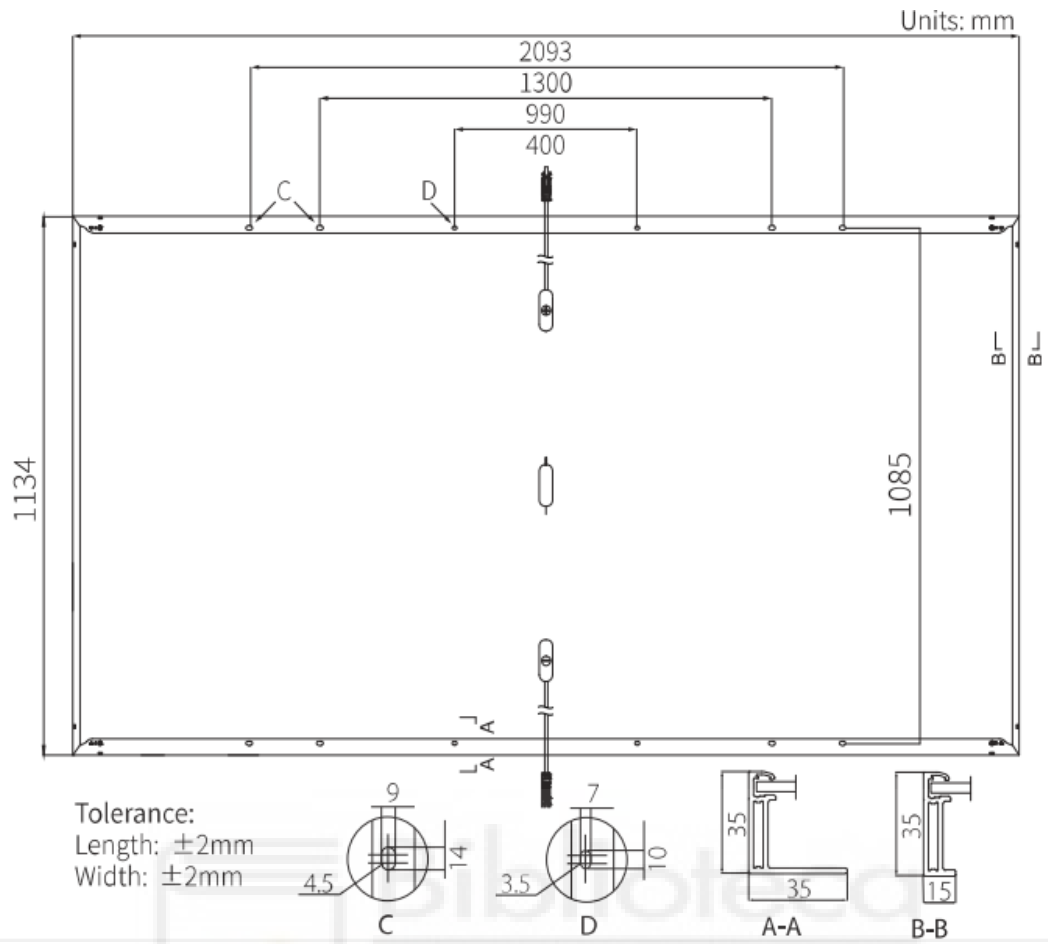
Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.340%/°C

Datos mecánicos:

Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm length can be customized
Connector	LONGi LR5 or MC4 EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	25.3kg
Dimension	2093×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC

Planta de generación fotovoltaica de 4MW



1.5.3 ELECCIÓN DEL INVERSOR

El inversor es el elemento destinado a convertir la corriente continua generada por los grupos de paneles fotovoltaicos, en corriente alterna que se inyectará en la red a 50 Hz.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de un valor de potencia de entrada suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión y la frecuencia de red y a partir de ahí comienza el proceso de acondicionamiento de potencia.

Los inversores trabajan de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consumen en operación los dispositivos electrónicos del equipo procede de la propia producción del generador fotovoltaico, por la noche el inversor no consumirá energía.

El inversor es por tanto otro elemento fundamental del sistema y, por tanto, su elección, debe ser consecuencia de un análisis comparativo entre distintos modelos que existan en el mercado.

En este momento existen unos pocos inversores capaces de soportar toda la potencia, pero eso supondría que un pequeño fallo que causase desconexión de la red supondría una producción nula, en su lugar, se han valorado varios inversores de menor potencia, de esta forma si se encontrase algún posible fallo sería posible continuar con la producción de energía mientras se repara la supuesta falta.

Primera opción: SIRIO K800 HV-MT



SIRIO K800 HV-MT

CARACTERÍSTICAS

- Adecuado para la conexión directa a transformadores BT/MT
- Tensión máxima en circuito abierto de 1000Vdc que garantiza una amplia flexibilidad de configuración
- Elevada eficiencia de conversión
- Caja de cadena integrada con 16 entradas protegidas por fusibles y monitoreados con las mediciones de las corrientes
- Plena potencia nominal hasta los 45 °C
- Ventiladores a velocidad controlada para un mayor rendimiento
- Panel LCD táctil a colores con la función de datalogger
- Acceso facilitado a los componentes desde la parte frontal de la máquina
- 2 slot de expansiones para la conexión de tarjetas evolucionadas de comunicación
- Dispositivo de seccionamiento lado CA y CC
- Adecuados para el funcionamiento con módulos que requieren la puesta a tierra de un polo

Modelos	SIRIO K800 HV-MT
Potencia nominal corriente alterna	800kVA
Potencia máxima corriente alterna	800KW (cosφ=1)
ENTRADA	
Tensión de continua máxima en circuito abierto	1000Vcc
Rango completo de MPPT	530÷820Vcc
Intervalo de ejercicio	530÷820Vcc
Corriente de entrada máxima	1600Acc
Tensión de umbral para el suministro hacia la red	600Vcc
Tensión de Ripple	<1%
Número de entradas	12
Número de MPPT	1
Conectores CC	Bus bar
SALIDA	
Tensión de ejercicio	320Vca
Intervalo operativo	288÷350Vca
Intervalo para la máxima potencia	288÷350Vca
Intervalo de frecuencia	47,5÷51,5Hz
Intervalo de frecuencia configurable	47÷53Hz
Corriente nominal	1450Aca
Corriente máxima	1600Aca
Distorsión armónica (THDi)	<3%
Factor de potencia	desde 0,9 ind. hasta 0,9 cap.
Separación galvánica	No
Conectores C.A.	Bus bar

Segunda opción: CP1000



Características de inversor Grid Tie 1000kw: · Alta eficacia de conversión de 98,7% entregar más energy · Red de gran alcance gestión funciones (incluyendo P.O.12.3) · Ambiente táctil interfaz de monitoreo, instalación fácil m

[Envíeconsulta](#)

[Chatee ahora](#)

Specifications

Folha de dados	CP1000
Inputdata(DC)	
Max.RecommendedPVPower (forsolarpanelSTC)	1150KW
Max.DCvoltage	1000V
Startvoltage/alimentação	520V/10000W
PVvoltage range	500V-1000V
MPPworkvoltage range/nominalvoltage	500V-850V/600V
Max.Inputcurrent	2240A
NumberofindependentMPPtrackers /stingsperMPPtracker	
	2/20
Output(AC)	
RatedACoutputpower	100KVA
ACnominalvoltage; gama	400V/320V-460V
ACfrequency; gama	50, 60Hz; 44-55HZ/55-65HZ
Ratedcurrent	1443A
Maximumoutputcurrent	1588A
Adjustabledisplacementpowerfactor	0.9leading-0.9lagging
THDI	< 3%

Tercera opción: ABB PVS800-57-1000kW-C



Datos técnicos y tipos

Código de tipo	PVS800-57-1000kW-C
Entrada (CC)	
Rango de tensión CC, mpp (U_{CC})	600 a 850 V
Tensión CC máx. ($U_{CC,max}$)	1100 V
Intensidad CC máx. ($I_{CC,max}$) ¹⁾	1710 A
Número de entradas CC protegidas	8 a 20 (+/-)
Salida (CA)	
Potencia de salida CA nominal ($P_{CA,nom}$)	1000 kW
Potencia de salida máx. ²⁾	1200 kW
Potencia a $\cos\varphi = 0.95$ ³⁾	950 kW
Intensidad nominal CA ($I_{CA,nom}$)	1445 A
Tensión nominal ($U_{CA,nom}$) ³⁾	400 V
Frecuencia de salida (f_{CA})	50/60 Hz
Distorsión armónica de la intensidad ⁴⁾	< 3%
Estructura de la red ⁵⁾	TN e IT
Rendimiento	
Rendimiento máx. ⁶⁾	98.8%
Euro-eta ⁶⁾	98.6%
Consumo de energía	
Consumo propio en funcionamiento	650 W
Consumo en modo de espera	65 W
Tensión auxiliar externa ⁷⁾	230 V, 50 Hz
Dimensiones y peso	
Anchura/Altura/Profundidad, mm	3630/2130/708
Peso aprox. ⁸⁾	2320 kg

El inversor elegido es el ABB PVS800-57-1000kW-C ya que el primero (SIRIO K800) era ligeramente inferior en capacidad y habría que aumentar su número, haciendo que sobrase capacidad en todos los inversores, mientras que el segundo cuenta con varios certificados, pero contactar con la empresa puede volverse un poco complicado. Por la posibilidad de usar 4 inversores, al tiempo que la empresa proporciona una gran calidad, la tercera opción ha sido preferente.

1.5.4 CONFIGURACIÓN DE LA PLANTA

Los paneles se colocarán en bloques de 20, para dar 676V pico que cumplen perfectamente con el funcionamiento del inversor. Del mismo modo, se pondrán un total de 100 tiradas de 20 paneles por inversor, generando una intensidad máxima de 1303A que cumple con el máximo de 1710A del inversor. Se colocarán así un total de 2000 paneles por inversor.

1.5.4.1 CUADROS DE BAJA TENSIÓN

Se incluye en el diseño de la planta un cuadro de seccionamiento para los buses DC, equipado con un seccionador de corte en carga y un descargador de sobretensiones. El objeto de estos cuadros es poder seccionar el bus para realizar tareas de mantenimiento sin tener que abrir el bus en el propio inversor. Los armarios tendrán una IP 66, con tensión de aislamiento de 1.500V.

Planta de generación fotovoltaica de 4MW

La envolvente es de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con protección a los rayos UV. Aguantan temperaturas de entre -30 y 120°C. La puerta vendrá con una placa que identifique el riesgo de descarga eléctrica.

Se instalarán un total de 10 cuadros de protección de nivel 1 por inversor, éstos tendrán 12 entradas de las cuales 10 estarán ocupadas, dando la posibilidad de una posible expansión en el futuro.

12 into 1 output
DC 1000/1500V



nombre	sw-pv12 / 1
voltaje dc máximo del sistema	1000
Corriente de entrada máxima para cada cadena	15a
cadena de entrada máxima	12
corriente máxima del interruptor de salida	160a
número de inversor mppt	norte
número de cadenas de salida	1
categoría de prueba	II Protección de grado
corriente nominal de descarga	20ka
corriente máxima de descarga	40ka
nivel de protección de voltaje	3.8kv
voltaje de funcionamiento continuo máximo uc	1050a
polos	3p
característica de la estructura	módulo enchufable
grado de protección	ip65
interruptor de salida	Interruptor de aislamiento dc (estándar) / circuito dc
dc mc4 / dc fusible / dc protector contra sobretensiones	estándar
módulo de monitorización / diodo de prevención	Opcional
metodo de instalacion	tipo de montaje en pared
Temperatura de funcionamiento	-25 °C - + 55 °C
elevación de la temperatura	2km
humedad relativa permisible	0-95%, sin condensación

Planta de generación fotovoltaica de 4MW

Los fusibles que se utilizarán serán de clase gPV 10x38 de 25^a.



1.5.4.2 CUADROS DE PROTECCIÓN DE NIVEL 2

Tras los cuadros de protección de nivel 1, existen unos cuadros de protección de corriente continua de nivel 2. Anteriormente se conectaban los strings de 20 placas a los cuadros de nivel uno, ahora se conectan los cuadros de nivel 1 a los de nivel 2, haciendo que a cada uno de los cuadros lleguen 10 cuadros de nivel 1 a los de nivel 2. Y de ahí posteriormente irán al inversor.

Se utilizarán fusibles gPV tipo NH, ya que existe una alta variedad con posibles rangos desde 100A hasta 400A que pueden cumplir nuestras necesidades.



1.5.4.3 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Los equipos cumplen con la normativa referente a armónicos y compatibilidad electromagnética cumpliendo con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (art. 16).

1.5.4.4 VIGILANTE DE AISLAMIENTO

Nuestro sistema será de tipo IT, esto es, los conductores activos de los paneles (terminales positivo y negativo) estarán aislados de tierra, mientras que las masas metálicas de todo el sistema (tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna) estarán conectadas a una tierra única, según establece el Real Decreto 1699/2011.

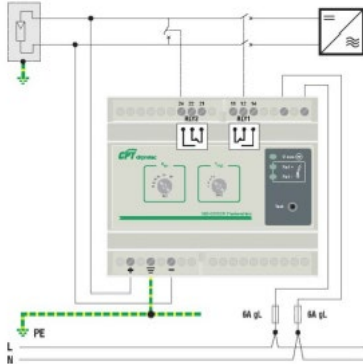
Con esta configuración, ante un primer fallo de aislamiento del sistema, no circulará corriente alguna por ningún camino, ni se producirán diferencias de potencial entre distintas masas de la instalación.

Sin embargo, este primer fallo referencia respecto a tierra las tensiones de los terminales activos de los generadores fotovoltaicos. El potencial de tierra estará situado en algún punto entre los potenciales de los terminales positivo y negativo de la parte de continua.

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

Se opta por colocar un vigilante de aislamiento por cada inversor utilizado, por lo que deberá existir un elemento de corte en la entrada del inversor, que deje aislada toda la parte de continua asociada al mismo. También es recomendable

que, tras la desconexión de la entrada al inversor, los cables que llegan quedan puenteados entre sus terminales positivo y negativo, a fin de anular la diferencia de potencial entre los mismos a lo largo de todo el cableado.



Se instalarán vigilantes de aislamiento de Cirprotec ISO-Check PV 1000.

1.5.4.5 PROTECCIÓN A LA ENTRADA DEL INVERSOR

La corriente continua de cortocircuito máxima que puede llegar a la entrada de los inversores es 1303 amperios.

Por otro lado, la máxima tensión que puede estar presente en dicho punto es la correspondiente a la tensión de circuito abierto de los strings de paneles fotovoltaicos, que es 911 voltios.

La aparatmentación que se emplee por tanto a la entrada de los inversores, deberá soportar estos dos valores. Para esto, se instalarán Schneider Compact NSX1600NA DC PV los cuales soportan hasta 1000V y 1600A.



1.5.4.6 PUESTA A TIERRA

Su objeto, principalmente, es delimitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentarse en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección de continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable aislado de cobre de 16 mm² y cable de cobre desnudo enterrado de 50 mm² de sección. El cable desnudo, se enterrará a una profundidad no inferior a 0,5 m, siguiendo la disposición de una malla.

1.5.4.7 CABLEADO DE CORRIENTE CONTÍNUA

Existirán tres niveles de cables en la parte de corriente continua.

Primero: la unión entre las propias placas y hasta el primer cuadro de nivel 1. Estos cables serán de 2,5mm² de cobre XLPE.

Segundo: conexión entre los cuadros de nivel 1 y los de nivel 2. Estos cables serán de 50mm².

Tercero: conexión de los cuadros de nivel 2 al inversor. Estos cables serán de 240mm².

1.5.4.8 TRANSFORMADORES

Los transformadores se encargarán de recibir la electricidad en corriente alterna desde el inversor y elevar la tensión para su transporte. Se dispondrán 4 transformadores de 1MVA junto a cada inversor, transformador trifásico 1000kVA 13.8/0.38kV CST ONAN WEG.

Por otro lado, hay ciertas características del transformador a emplear que deben ser especiales, debido a los siguientes motivos.

Los armónicos generados por el inversor en la tensión producen incremento de las pérdidas de vacío, así como incremento en el nivel de ruido. También se puede provocar saturación en el núcleo. Por ello debe sobredimensionarse el núcleo.

Para evitar el acoplamiento capacitivo del lado de baja tensión y el lado de alta tensión y proteger los componentes electrónicos del inversor de posibles sobretensiones del lado de alta, es recomendable la instalación de pantallas electrostáticas entre los devanados de alta y baja tensión.

En el Anexo 03 se ha incluido la ficha técnica que nos proporciona el fabricante y el plano de detalle de los transformadores.

1.5.4.9 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Con el fin de proteger las tiradas de cable entre los transformadores, y la unión de los hasta la correspondiente subestación, se dispondrán celdas de 24kV de aislamiento en gas SF6 (GIS). En este caso se instalarán protecciones de la marca Siemens.



En el Anexo 04 se incluye los planos de detalle y documentación del fabricante.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el Art. 7 del citado Real Decreto, el objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

La evaluación de riesgos incluida en el presente Estudio de seguridad y salud incluye únicamente los riesgos de Seguridad en el Trabajo. No están incluidos, en el caso de que existan, la identificación y evaluación de los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes, riesgos higiénicos (contaminantes físicos, químicos y biológicos) y riesgos ergonómicos y psicosociales.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 TRABAJOS A REALIZAR

Las instalaciones que forman parte de la planta solar fotovoltaica solar Planta de generación fotovoltaica de 4MW de potencia instalada son:

La instalación de un sistema de generación de energía eléctrica, mediante el empleo de energía solar fotovoltaica, para su posterior conexión a la red de distribución.

La instalación de un sistema de Media Tensión en 20 kV que transportará la energía generada desde la generación fotovoltaica hasta la subestación de la planta de San Vicente. Partida Inmediaciones polígono B, 141B, 03690 Sant Vicent del Raspeig, Alicante.

La planta, se realiza con paneles fotovoltaicos sobre soportes fijos, y sus principales características son:

- Potencia instalada: 4 MWp.
- N° de módulos fotovoltaicos: 8000 Ud.
- Potencia modulo fotovoltaico: 500 Wp.
- N° de Centros de transformación parque fotovoltaico: 4 Ud.
- Potencia Transformadores: 1000 kVA.
- Aparamenta MT en 20 kV.
- N° Inversores parque fotovoltaico: 4 Ud.
- Potencia Inversor: 1000 kVA a 25°C

El plazo previsto para la construcción de la planta es de 2 meses.

El número previsto de trabajadores es de unos 10 de media, siendo la punta de 15.

2.2 TRABAJOS A REALIZAR

Los trabajos de la planta solar fotovoltaica se prevén que duren 2 meses. Dentro de los trabajos a desarrollar se distinguen dos partes perfectamente diferenciadas: por un lado, los trabajos correspondientes a la obra civil y por otro los trabajos de instalación de los equipos de generación y transformación de la energía.

Los trabajos de la obra civil comprenden las siguientes actuaciones:

1. Excavación de las zanjas de Baja Tensión.

2. Colocación de casetas prefabricadas para inversores y transformadores.
3. Hincado de la estructura de soporte de paneles.
4. Montaje de los paneles FV. - Tendido de cables de potencia y de control.
5. Conexiones de la toma a tierra.
6. Instalación de Inversores y tendido de líneas de corriente continua y corriente alterna.
7. Instalación del cuadro de contadores, protección y medida.
8. Pruebas y puesta en marcha.

Se iniciarán los trabajos correspondientes a la realización del cerramiento perimetral, para dotar a las instalaciones de un elemento de seguridad.

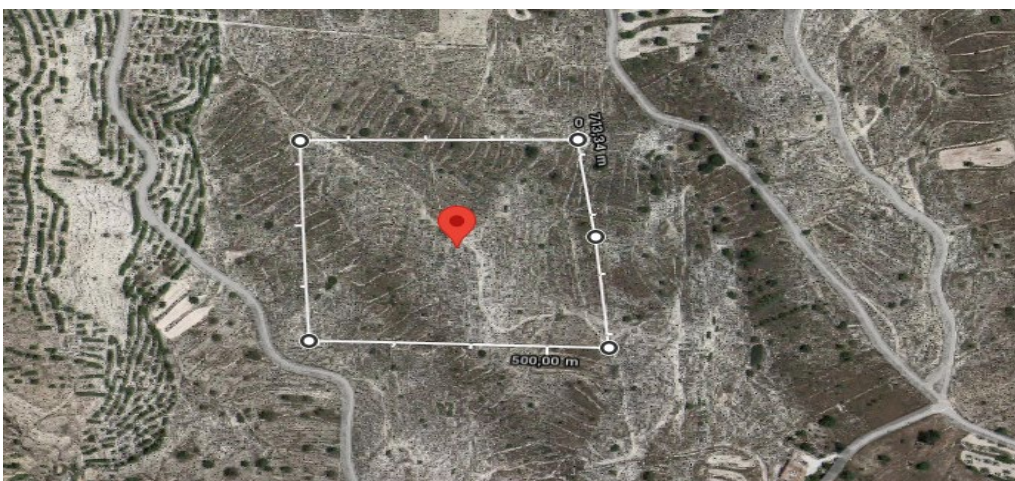
Después se comenzará, una vez hecho el replanteo de los mismos, con el hincado de las estructuras de soporte de los paneles (Máquinas hincadoras).

También se comenzará con la ejecución de las zanjas o canalizaciones.

2.3 EMPLAZAMIENTO

La planta estará situada en el término municipal de Alicante.

La localización queda reflejada en el plano de la situación geográfica.



2.4 CLIMATOLOGÍA

Las condiciones climatológicas de la zona son las siguientes:

Radiación global horizontal (kWh/m² año) 1527,6

Temperatura ambiente media anual (°C) 19,7

Velocidad media del viento (m/s) 2,7

(Fuente: PVGIS)

2.5 VALLADO

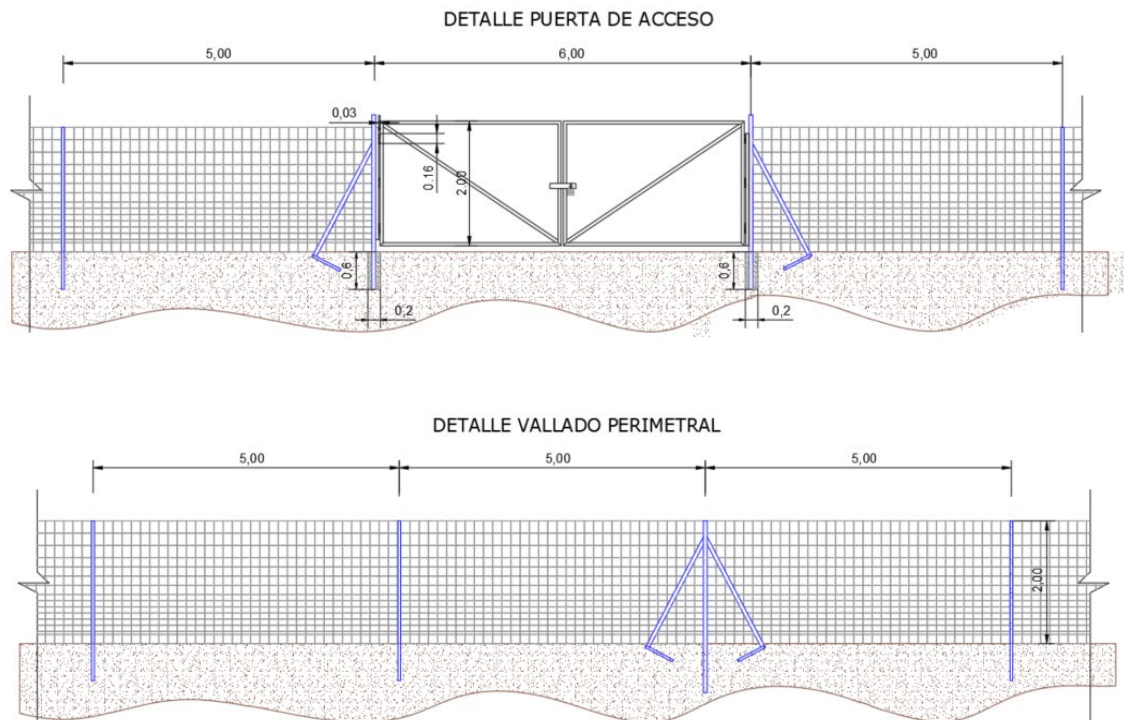
Se realizarán dos vallados perimetrales común para cada subconjunto de instalación fotovoltaica. En el recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones.

El vallado tendrá las siguientes características:

- Altura de 2 metros
- Pilares en T de 60x60x6mm de 2,8 metros de alturas con dos riostras cada 100 o cambios de dirección, hincados 80 cm en el terreno.
- Malla de alambre de acero galvanizado en caliente que rodea el perímetro.
- Sujetado por postes metálicos, perfiles en L (40x40x4mm de 2,6m de altura) intercalados con postes perfil en T.
- En caso de que el terreno sea incoherente, este se cimentará.

Detalles del vallado se muestra en las siguientes imágenes:

Planta de generación fotovoltaica de 4MW



El acceso a las instalaciones se realizará debidamente de forma que se advierta en todo momento de los riesgos existentes a todos los que trabajan o circulan por la obra. En dicho acceso, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

Se deberá colocar, como mínimo, la siguiente señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Peligro, salida de camiones

No se permitirá la entrada en la obra a visitantes o personas ajenas, salvo que estén debidamente autorizados o vayan acompañados de una persona competente y lleven el equipo de protección adecuado.

3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS PROCESOS DE OBRA

El contratista podrá proponer cambios en el proceso productivo justificándolos ante el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Lo hará por medio del Plan de Seguridad y Salud que debe elaborar y desarrollando procedimientos en el que se indiquen los riesgos, medidas y protecciones a adoptar.

3.1 INSTALACIONES

La primera parte de la obra consiste en una serie de trabajos encaminados a la instalación de los equipos necesarios de obra tales como casetas de vestuarios, comedor, gestión de residuos, etc. y dotarlos de los servicios necesarios tales como agua, luz y teléfono.

Riesgos asociados a la actividad:

- Caída de elementos suspendidos durante la colocación de casetas y otros elementos de la obra.
- Caídas de trabajadores a distinto nivel.
- Caídas de trabajadores al mismo nivel.
- Golpes contra objetos.
- Torceduras de extremidades inferiores.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Vuelcos de maquinaria.
- Riesgo eléctrico por contacto o proximidad de medios auxiliares a líneas eléctricas.
- Electrocutaciones derivadas de la instalación de los equipos eléctricos.

- Desprendimiento de fragmentos, partes, trozos o porciones de roca.
- Ruidos.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

Medidas correctoras y/o preventivas:

- La carga y descarga de materiales con grúa, se realizará teniendo en cuenta que ninguna persona permanezca en el radio de acción de la grúa o bajo el recorrido a efectuar por ésta con la carga.
- La grúa será manejada por el gruista y tan solo una persona dará las órdenes necesarias a éste para realizar los movimientos de la carga.
- El gruista es la persona autorizada y responsable de comprobar que los pesos a soportar por la grúa no excedan de lo permitido en la tabla de características de esta.
- No se dejarán nunca los aparatos de izar con cargas suspendidas.
- La elevación de la carga se realizará siempre en sentido vertical; en caso contrario, de realizarse arrastre oblicuo, el Jefe del Trabajo será el responsable de tomar todas las medidas de seguridad necesarias antes de la maniobra.
- Los trabajos de replanteo se efectuarán sin la existencia de obstáculos en la zona correspondiente, a fin de evitar caídas y golpes.
- El personal ocupado en esta actividad conocerá el estado físico de la obra en todo momento, y permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías, adoptando las precauciones extraordinarias oportunas.
- Cuando los trabajos de replanteo exijan que el personal ocupe emplazamientos expuestos o peligrosos, se adoptarán las medidas de protección personal necesarias para eliminar el riesgo generado.

Considerando el alto índice de siniestralidad de accidentes por causa de la instalación eléctrica provisional de obra, se seguirán rigurosamente las siguientes medidas preventivas:

De aplicación genérica:

- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión.
- Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos e informados contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.
- La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos y ambientales condicionantes y la competencia y formación de las personas que tengan acceso a partes de la instalación, trabajando con tensiones de seguridad donde o cuando sea necesario.

Para protección contra contactos eléctricos directos se tendrán presentes las siguientes medidas:

- Interposición de obstáculos.
- Mantenimiento de la distancia de seguridad a partes activas de las instalaciones.
- Aislamiento efectivo de las partes activas.

Para protección de contactos eléctricos indirectos:

- Interruptor diferencial con puesta a tierra de la instalación.
- La sensibilidad del interruptor diferencial del cuadro general será de 300 miliamperios, siempre que se cumpla que las masas de toda la maquinaria estén puestas a tierra.
- La sensibilidad de los interruptores diferenciales de los cuadros secundarios será de 30 mA.

- La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.
- La puesta a tierra consiste en unir a la masa terrestre un punto de una instalación eléctrica a través de una conexión eléctrica de baja resistencia.

Para los cables:

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta) se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido y la disposición de los cables y mangueras se efectuará de forma que no afecte en ningún momento, ni a la seguridad de los trabajadores ni al paso de vehículos.
- Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas y estancas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico a las distintas instalaciones o zonas de trabajo será colgado a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 m para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.

- Las mangueras de “alargadera”, por ser provisionales y de corta estancia, pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Las mangueras de “alargadera” provisionales se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termo retráctiles.

Para los interruptores:

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D.842/2002, de 2 de agosto, así como sus modificaciones posteriores y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIBT asociadas).
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de “peligro, riesgo eléctrico”.

Para los cuadros eléctricos:

- Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.
- Pese a ser de tipo para intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adheridas sobre la puerta una señal normalizada de “peligro, riesgo eléctrico”.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos” firmes.

- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado.

Para las tomas de energía:

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento. Hacer extensiva esta norma a las tomas del “cuadro general” y “cuadro de distribución”.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.

Para la protección de los circuitos:

- La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán siempre aminorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad, es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga máxima admisible.
- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
- La instalación de alumbrado general, para las “instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios”, estará protegida por interruptores automáticos magnetos térmicos.
- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial.
- Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.

• Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA – (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria
- 30 mA – (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad
- 30 mA – Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

Para las tomas de tierra:

• El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.

• Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

• El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

• La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

• El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

• Se instalarán tomas de tierra independientes en los siguientes casos:

• Carriles para estancia o desplazamiento de máquinas (grúas, blondin).

• Carriles para desplazamiento de montacargas o de ascensores.

• La toma de tierra de las máquinas-herramienta que no estén dotadas de doble aislamiento se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

• Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.

- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar del hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos serán independientes eléctricamente.

Equipos de protección individual:

- Casco homologado
- Botas de seguridad anti perforantes
- Ropa de trabajo adecuada
- Guantes de goma
- Gafas de protección contra impactos
- Arnés anti-caídas homologado en situaciones de riesgo de caída.
- Los soldadores emplearán guantes, mandiles de cuero, pantallas de soldador, gafas y botas con polainas.
- Las personas destinadas al montaje de la instalación eléctrica emplearán herramientas, guantes y calzado, aislantes.
- Alfombrillas, pértigas, tele detectores.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola de clavadura y de compresores.
- Calzado antideslizante en pisos metálicos o sobre superficies poco adherentes.

Protecciones colectivas:

- Señal normalizada indicativa de riesgo.
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Cono de señalización.
- Jalones de señalización.

Planta de generación fotovoltaica de 4MW

- Baliza luminosa para señalización nocturna.
- Pintura de microesferas para señalización horizontal provisional.
- Valla metálica autónoma para contención de peatones.
- Protecciones para trabajos eléctricos.



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CALCULOS EN BAJA TENSIÓN

1.1 DIMENSIONADO DE LOS STRINGS

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima en vacío de entrada al inversor. Este corresponde con la tensión de vacío de entrada del inversor (U_{max}) dividido por la tensión de circuito abierto del panel fotovoltaico (VOC).

$$N = \frac{U_{m\acute{a}x}}{VOC} = \frac{1100V}{45.55V} = 24,14$$

El número máximo de paneles que podríamos poner en un string es de 24 paneles, de forma que se quedarán en 20 por motivos de seguridad y facilidad.

1.2 CÁLCULO DE SECCIONES DE CABLEADO

La elección de la sección del cableado se realiza a partir de la aplicación de dos criterios: Criterio Térmico y Criterio de Caída de Tensión. Ambos casos se fundamentan en el Efecto Joule, de modo que la intensidad de circulación debe quedar siempre por debajo de la soportada por el cable. Se adoptará, en cada situación, la sección mayor de entre las obtenidas mediante los dos métodos citados.

Tramo 1: Placas – Bus de continua

Corresponde al tramo de cableado comprendido entre los finales de rama de cada serie de módulos y el bus de continua.

CRITERIO TÉRMICO

La corriente de cortocircuito en serie es:

$$I_{sc} = 13,9 A$$

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

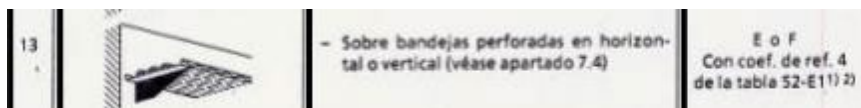
$$I_{sc} \text{ corregida} = 13,9 * 1,25 = 17,375 A$$

Hay que elegir un cable con una intensidad admisible superior a 17,375 A, pero el cable también debe ir protegido, si se pone un fusible, éste debe cumplir un criterio más restrictivo para la selección de su intensidad nominal I_n .

Para elegir el fusible se debe cumplir la ecuación de $I_n \geq 1,56 \times I_{sc} = 21,684 A$, esto supera el fusible normalizado de 20 A por lo que se instalarán de 25 A.

La intensidad máxima admisible del cable en las condiciones de temperatura, agrupamiento e instalación debe ser superior a los 25 A del fusible.

Los cables estarán agrupados en bandejas perforadas, también debemos tener en cuenta que será un cable XLPE.



El factor de temperatura a 40°C es 1, mientras que mirando la tabla 52-E1 del REBT, podemos obtener un factor de reducción de 0,7.

(TABLA 52-E1) FACTORES DE REDUCCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTICONDUCTORES

Ref.	Disposición cables contiguos	Nº circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

También debemos tener en cuenta la posible exposición al sol, que yendo al REBT nos indica la siguiente tabla:

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE, T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9. → XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos). Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C. Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

Si leemos el (2): Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40°C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.

$$I_{CORREGIDA} = \frac{1,25 \cdot 13,9}{0,7 \cdot 0,9 \cdot 1} = 27,579 \text{ A}$$

Una vez tenemos este valor, vemos que un cable de 1,5mm no cumpliría, pero de 2,5mm, por lo que según este criterio habría que instalar la segunda opción.

CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN

El Reglamento de Baja Tensión en su instrucción ITC-BT-40 “Instalaciones Generadoras de Baja Tensión”, en su punto 5, la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

$$S = \frac{L \cdot P}{\varepsilon \cdot U_n \cdot \sigma} \times 2$$

Dónde:

σ = que es la conductividad del Cu/Al a la temperatura del conductor.

P = Potencia generada por cada agrupación en las condiciones consideradas.

ε = caída de tensión en %.

U_n = Tensión de máxima potencia en las condiciones consideradas.

En este caso podemos dividir el recorrido en dos tramos, el primero es desde las placas hasta las cajas de protección y el segundo desde las cajas de protección hasta el inversor. Para primar la seguridad, los cálculos se realizarán en el caso más extremo, de forma que si éste cumple todos los demás estarán cubiertos.

El string de placas más alejadas de una caja se encuentra a unos 35,83 metros.

$$S = \frac{35,83 \cdot 13,03 \cdot 2}{0,015 \cdot 676 \cdot 45,5} = 2,02 \text{ mm}^2$$

Para el primer tramo, un cable de $2,5\text{mm}^2$ cumpliría la caída de tensión y cualquiera con mayor diámetro también nos serviría.

Ya que cumple tanto el criterio de tensión como el térmico, se instalarán cables de $2,5\text{mm}^2$ desde las placas hasta las cajas de protección.

Tramo 2: Box DC Nivel 1 – Nivel 2

CRITERIO TÉRMICO

La corriente de cortocircuito de los 10 strings es:

$$I_{sc} = 13,9 * 10 = 139 \text{ A}$$

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

$$I_{sc} \text{ corregida} = 139 * 1,25 = 173,75 \text{ A}$$

Hay que elegir un cable con una intensidad admisible superior a 173,75 A.

Los cables estarán agrupados en bandejas perforadas, también debemos tener en cuenta que será un cable XLPE, pero unificando en la caja de protección de nivel 1, de forma que sólo usaremos un cable.

También debemos tener en cuenta la posible exposición al sol, que yendo al REBT nos indica la siguiente tabla:

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE, T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSIÓN V/(A·km) (2)
1 x 1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1 x 2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1 x 4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1 x 6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1 x 10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1 x 16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1 x 25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1 x 35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1 x 50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1 x 70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1 x 95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1 x 120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1 x 150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1 x 185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1 x 240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

Si leemos el (2): Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40°C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.

$$I_{\text{corregida}} = \frac{1,25 \cdot 139}{0,9 \cdot 1} = 193,06 \text{ A}$$

Una vez tenemos este valor, vemos que un cable de 50mm cumpliría con nuestras necesidades ya que soporta hasta 202 A.

CAIDA DE TENSIÓN

En este caso, para la distancia entre las Box Dc Nivel 1 y Nivel 2 es de 132,15 metros como máximo, ya que se instalarán junto al inversor.

$$S = \frac{132,15 \cdot 130,3 \cdot 2}{0,015 \cdot 676 \cdot 45,5} = 74,64 \text{ mm}^2$$

Por el criterio térmico hemos obtenido que el cable necesario sería de 50mm² por lo que elegimos el más restrictivo, en este caso los 90mm² al aumentar la sección por la caída de tensión.

Tramo 3: Cajas de protección - Inversor

Ya que se colocarán las cajas de protección de nivel 2 junto al inversor, la distancia será muy pequeña y se ignorará la caída de tensión dado que será ínfima.

Se unificarán los 10 cables procedentes de las cajas de nivel 2.

CRITERIO TÉRMICO

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

$$I_{sc} \text{ corregida} = 1390 * 1,25 = 1737,5 \text{ A}$$

Hay que elegir un cable con una intensidad admisible superior a 1737,5 A In.

Puesto que se necesitará más de un cable para poder soportar la intensidad de esta sección, se optará mínimo por una configuración de 5 cables, cuyo coeficiente de agrupamiento se corresponde a 0,75.

$$I_{CORREGIDA} = \frac{1,25 \cdot 1390}{0,9 \cdot 1 \cdot 0,75} = 2574,074 \text{ A}$$

tomará el cable de 240 mm², y se dispondrán 5 de ellos para conectarse al inversor, siendo la intensidad soportable por esta configuración:

$$I = 5 \cdot 617 = 3085 \text{ A}$$

Por lo que para esta sección se tomarán 5 cables de 240 mm².

Cableado AC:

Es el tramo comprendido entre la salida AC del inversor y el transformador.

Habrà un protector de sobretensiones de clase I+II.

La protección en este tramo vendrá dada por un interruptor automático en la salida CA del Inversor de calibre mínimo de 1.500 A.

El tramo se considerará extremadamente corto y que el inversor se encuentra aproximadamente en la misma posición que el transformador.

1.3 CÁLCULO EN MEDIA TENSIÓN

CÁLCULO DE CONDUCTORES.

Se considerará a la salida del inversor:

$$V_{salida} = 700 \text{ V(AC 3F)}$$

$$I_{salida} = 1100 \text{ A}$$

Y posteriormente como se indica en la ITC-BT-40:

$$I_{125} = 1,25 \cdot I_{cc} = 1,25 \cdot 1100 = 1375 \text{ A}$$

En esta situación, los factores de corrección serán:

Intensidad máxima admisible:

Se consideran los mismos parámetros que en corriente continua: $KT=1$

$K_{sol}=0,9$ $K_a=0,75$ (4 conductores agrupados)

Ya teniendo los factores:

$$I_{CORREGIDA} = \frac{1,25 \cdot I_{cc}}{KT \cdot K_a \cdot K_{sol}} = \frac{1375}{1 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2037,037 \text{ A}$$

Teniendo en cuenta que deben ser 4 cables agrupados mínimo, se tomarán los de 185 mm²

Entonces, para 4 cables de 185 mm² por fase:

$$I_{max} = 4 \cdot 523 \text{ A} = 2092 \text{ A}$$

La configuración seleccionada cumple con el criterio.

Caída de tensión

Cableado media tensión (20 kV)

Este apartado trata de los cálculos eléctricos de la línea de 20 kV que recoge la energía con circuitos subterráneos hasta llegar a las Subestación.

A partir del transformador de aceite se tendrá una tensión 20 kV en C.A, por lo que se debe dimensionar el cableado que pasará por las Celdas de MT y posteriormente irán a red. Se instalará un transformador trifásico 1000kVA 13.8/0.38kV CST ONAN WEG.

Para cada transformador:

$$I_{admissible} = \frac{P_{trafo}}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot V}$$

$$I_{admissible} = \frac{1000000}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 20000 \text{ kV}} = 36,084 \text{ A}$$

$$I = 1,25 \cdot 36,084 = 45,105 \text{ A}$$

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm²)	18/30 kV (pant, 25 mm²)
1 x 50 (2)	135	145	180	4250	2880	
1 x 95	200	215	275	8080	2880	4250
1 x 150 (1)	255	275	360	12800	2880	4250
1 x 240 (1)	345	365	495	20400	2880	4250
1 x 400 (1)	450	470	660	34000	2880	4250
1 x 630 (1)	590	615	905	53600	2880	4250

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 12/20 kV.

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

Ahora se procede a calcular la sección para cada una de las uniones de conjuntos, para ello tendremos en cuenta que la temperatura del terreno es 25°C, su conductividad $1K \cdot m/W$ y que los tubos se encuentran a 0,7 m de profundidad.

Intensidad máxima admisible

Con un factor de corrección 1, se deberá considerar únicamente la separación entre los tubos, usando una distancia entre ternas de 0,25 m y siendo entonces el factor de corrección según el ITC-BT 07 para 3 cables enterrados bajo tubo es de 0,8.

$$I_{\text{corregida}} = \frac{45,105}{0,8} = 56,382 \text{ A}$$

Por lo que, se puede tomar para cada una de las fases una sección de 50 mm².

Caída de tensión

Desde el punto de vista de caída de tensión, se establece una caída de tensión máxima de 1 % entre los centros de transformación y la subestación. La caída de tensión total se calculará sumando las caídas de tensión por tramos.

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50 (2)	0,641	0,861	0,134		0,216	
1 x 95	0,320	0,430	0,119	0,131	0,281	0,202
1 x 150 (1)	0,206	0,277	0,112	0,120	0,329	0,247
1 x 240 (1)	0,125	0,168	0,102	0,110	0,402	0,299
1 x 400 (1)	0,008	0,105	0,097	0,103	0,480	0,360
1 x 630 (1)	0,047	0,0643	0,091	0,096	0,605	0,446

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.
(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 12/20 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al tresbolillo.

La caída de tensión puede calcularse con la expresión siguiente:

$$\Delta V = \sqrt{3} I L (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

-L la longitud del cable en km.

-I la intensidad que recorre la línea.

-R la resistencia del cable. R=0,861 Ω/m para 50mm²

-X la reactancia del cable. X=0,134 Ω/m para 50mm²

$$\Delta V = \sqrt{3} * 56,382 * 0,050 (0,861 \cos 0,8 + 0,134 \sin 0,6) = 3,298 \text{ V}$$

$$\frac{3,298}{20000} = 0,0001649 = 0,017\%$$

CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

A ellas se conectarán todas las masas metálicas de la instalación como marcos de paneles fotovoltaicos, estructuras, canalizaciones metálicas, etc.

Para el cálculo de la puesta a tierra se ha seguido el documento “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”, elaborado por la Comisión de Reglamentos de UNESA.

Se pondrá una toma a tierra por malla en cada uno de los módulos.

El objetivo es colocar una tierra única mediante la disposición de varios electrodos a lo largo de la instalación siguiendo la distribución establecida.

En nuestro caso la compañía distribuidora es Iberdrola. En su documento MT 2.03.20 “Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kv) y baja tensión”, indica que para redes de 20kV con neutro puesto a tierra mediante sistema “Zig-Zag 500”, la intensidad máxima de corriente de defecto es $I_d = 500$ amperios, y la duración máxima del mismo será inferior a $400 / I_d$, que en este caso será 0,8 segundos.

Tabla 1. Intensidades máximas de defecto a tierra e impedancias equivalentes para cada nivel de tensión y tipo de puesta a tierra

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tipo de puesta a tierra *	Impedancia equivalente $Z_{L,TH}$ (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1300 A **	2,117	9000

* Existen otros tipos de puesta a tierra en subestaciones de i-DE, tales como puestas a tierra mediante resistencias o mediante combinación de resistencias y reactancias en las redes de 20kV, 15kV y 13,2kV, que limitan la intensidad máxima de defecto a tierra a 500 A. Además pueden existir otros tipos de puesta a tierra, que en cualquier caso suponen valores de intensidades defecto a tierra iguales o inferiores a los indicados en la Tabla 1.

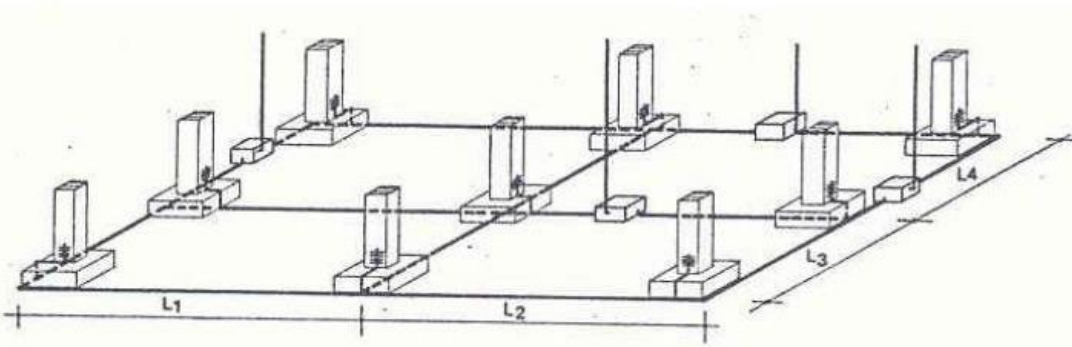
**En la red de 30 kV pueden existir transformadores de subestación en paralelo, de forma que la corriente de defecto a tierra es la suma de la contribución de los transformadores en paralelo y la corriente que pasa por la conexión en Zig-Zag de cada transformador a tierra puede ser como máximo de 1300 A.

La tensión de contacto aplicada máxima admisible viene dada por la expresión:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{72}{0,8} = 90 \text{ V}$$

Esto se cumple para tiempos de defecto comprendidos entre 0,1 y 0,9 segundos. En nuestro caso, como se ha indicado anteriormente, $t = 0,8$ segundos.

ANILLO ENTERRADO DE PUESTA A TIERRA



Se instalarán un total de 4 mallas con 9 picas en las esquinas y en el centro. Utilizando un total de 388 metros por malla de 50 mm² de cobre.

ESTUDIO ENERGÉTICO DE LA PRODUCCIÓN ESPERADA

Utilizar los valores pico y casos extremos es algo que desde el punto de vista de la seguridad está muy bien, pero en la práctica hay pérdidas en todas partes: La irradiancia no siempre es la mayor posible, las placas fotovoltaicas no captan el 100% de la energía, puede haber nubes, se pueden ensuciar o llenar de polvo; además de las pérdidas en el transporte y transformación.

Para obtener un valor aproximado a la producción real de la planta, he recogido algunos de los valores más comunes y significativos en la siguiente tabla:

Pérdidas y eficiencias	Valor (%)
Dispersión de parámetros entre módulos	98
Temperatura de funcionamiento de los módulos	97
Caídas de voltaje, efecto Joule...	98
Suciedad y polvo	97
Sombras	99
Error de seguimiento de MPPT	98
Inversor	95
Transformador	97
Captación de las placas	99

Para el cálculo de la producción energética, se han de tener en cuenta los coeficientes de funcionamiento anteriores. Así podemos calcular la producción global o "Performance ratio", que en nuestro caso es 0,7998 por lo que tenemos unas pérdidas del 20% aproximadamente.

La ecuación que nos dará la cantidad de energía producida es la siguiente:

$$E_p = P_{GFV} * \frac{H_G}{G_{stc}} * P_R$$

Ep= Energía producida en el periodo (KWh/mes)

Planta de generación fotovoltaica de 4MW

Pgfv=Potencia pico de las placas (kWp)

Hg=Irradiación global en el periodo(kWh/m²*dia)

Gstc=Irradiación en condiciones STC (1kW/m²)

Pr=Performance Ratio

	Pgfv(kWp)	Hg(Wh/m ²)	Gstc(kW/m ²)	Pr	Dias del mes	E prod (kWh/mes)
Enero	4.000	4.210	1.000	0,8	31	417.533,384
Febrero	4.000	5.000	1.000	0,8	28	447.894,213
Marzo	4.000	5.920	1.000	0,8	31	587.125,329
Abril	4.000	6.200	1.000	0,8	30	595.059,455
Mayo	4.000	6.800	1.000	0,8	31	674.400,715
Junio	4.000	7.100	1.000	0,8	30	681.439,053
Julio	4.000	7.400	1.000	0,8	31	733.906,661
Agosto	4.000	7.300	1.000	0,8	31	723.989,003
Septiembre	4.000	6.400	1.000	0,8	30	614.254,921
Octubre	4.000	5.300	1.000	0,8	31	525.635,852
Noviembre	4.000	4.340	1.000	0,8	30	416.541,618
Diciembre	4.000	3.800	1.000	0,8	31	376.870,988
Anual						6.794.651,191
						kWh/año

CALCULOS DE RENTABILIDAD

Para calcular el valor generado por nuestra instalación, usaremos los precios mensuales de la electricidad producida de la base de omie.es

Capital generado por la instalación			
Mes	Precio (€/MWh)	Energía (MWh)	Valor (€)
Enero	60,17	417,53	25122,9837
Febrero	28,49	447,89	12760,5061
Marzo	45,44	587,13	26678,9749
Abril	65,02	595,06	38690,7657
Mayo	67,12	674,40	45265,776
Junio	83,3	681,44	56763,8731
Julio	92,42	733,91	67827,6536
Agosto	105,94	723,99	76699,395
Septiembre	156,14	614,25	95909,7634
Octubre	200,06	525,64	105158,708
Noviembre	193,43	416,54	80571,6452
Diciembre	239,16	376,87	90132,4655
Anual			721582,511

Para obtener la rentabilidad de nuestra planta, se deben tener en cuenta las siguientes cosas:

-VAN y TIR

-Las placas solares pierden un 0,5% de eficiencia al año aunque se realizará el cálculo con un 1% para suponer un peor caso

-El coste de mantenimiento se estima en torno al 0,8%

-El estudio se realizará para el estimado de 20 años.

-Se considerará una tasa de descuento de 6%, aunque en el tiempo en el que se está haciendo este proyecto la energía se está encareciendo, pero no es posible saber cómo estará en 20 años.

Las ecuaciones del VAN y el TIR se corresponde con:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_o \quad TIR = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = 0$$

RENTABILIDAD A 20 AÑOS

Pérdidas por rendimiento = 1%

Tasa Anual = 6%

Costes mantenimiento= 0,8%

AÑO	PRODUCC.	COSTES	REAL	ACUM.	INVERSIÓN/RETORNO
					-7.041.552,29
1	721.582,51	5.772,66	715.809,85	715.809,85	-6.325.742,44
2	714.366,69	5.714,93	708.651,75	1.424.461,60	-5.617.090,68
3	707.223,02	5.657,78	701.565,23	2.126.026,84	-4.915.525,45
4	700.150,79	5.601,21	694.549,58	2.820.576,42	-4.220.975,87
5	693.149,28	5.545,19	687.604,09	3.508.180,51	-3.533.371,78
6	686.217,79	5.489,74	680.728,05	4.188.908,55	-2.852.643,74
7	679.355,61	5.434,84	673.920,77	4.862.829,32	-2.178.722,97
8	672.562,05	5.380,50	667.181,56	5.530.010,87	-1.511.541,41
9	665.836,43	5.326,69	660.509,74	6.190.520,62	-851.031,67
10	659.178,07	5.273,42	653.904,64	6.844.425,26	-197.127,03
11	652.586,29	5.220,69	647.365,60	7.491.790,86	450.238,57
12	646.060,43	5.168,48	640.891,94	8.132.682,80	1.091.130,51
13	639.599,82	5.116,80	634.483,02	8.767.165,82	1.725.613,54
14	633.203,82	5.065,63	628.138,19	9.395.304,02	2.353.751,73
15	626.871,78	5.014,97	621.856,81	10.017.160,83	2.975.608,54
16	620.603,07	4.964,82	615.638,24	10.632.799,07	3.591.246,78
17	614.397,04	4.915,18	609.481,86	11.242.280,93	4.200.728,64
18	608.253,07	4.866,02	603.387,04	11.845.667,97	4.804.115,68
19	602.170,54	4.817,36	597.353,17	12.443.021,14	5.401.468,85
20	596.148,83	4.769,19	591.379,64	13.034.400,78	5.992.848,49

VAN 576.431,05 €

TIR 7,028%

PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 OBJETO

El objeto del presente documento es definir los requisitos y características técnicas para la ejecución de los trabajos a realizar, realización del montaje y puesta en servicio de las infraestructuras eléctricas y trabajos de obra civil correspondientes a la instalación fotovoltaica PLANTA FOTOVOLTAICA DE 4MW.

2. CÓDIGOS Y NORMAS

Además de la normativa legal vigente de obligado cumplimiento, serán de aplicación los códigos y normas en vigor, en su última edición que se citan:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias R.D. 842/2002, de 2 de agosto, que más tarde se modifica por el Real Decreto 1053/2014.
- 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.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas por Real Decreto 223/2008 y publicado en el B.O.E. del 19/03/2009, que más tarde se modifica por el Real Decreto 809/2021.
- Real decreto 8664 de mayo del 2008, CORRECCIÓN de erratas del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Real decreto 12385 de julio del 2008, corrección de errores del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba 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 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica..
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Rev-julio 2011).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Código técnico de la edificación, CTE, que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad.
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.
- Normas Municipales para este tipo de instalaciones.

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Los distintos documentos que forman el proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que venga indicada en unos planos y no aparezca en otros deberá ser ejecutada por EL CONTRATISTA, previa consulta a la DIRECCIÓN TÉCNICA, sin indemnización alguna.

Se aplica el mismo criterio a los materiales y trabajos accesorios no indicados en los documentos, o a las descripciones erróneas en los detalles de la obra que

sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo en el espíritu o intención y que por uso y costumbre son generalmente admitidos como necesarios para la ejecución normal de una obra.

La propiedad se reserva el derecho a introducir modificaciones en los planos de la adjudicación, facilitando para ello los croquis necesarios. Estas modificaciones no suponen variación del precio salvo que impliquen un cambio que en la documentación de contrata no se podía prever.

3. VALORACIONES

Las valoraciones de las unidades contempladas en la obra se deducirán de multiplicar el número de éstas obtenido a resultas de las mediciones, por el precio unitario estipulado, sin que su importe pueda exceder a la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades de obra contemplado en el proyecto no servirá para la valoración.

Las obras no concluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el presupuesto, sin que pueda pretenderse la valoración de otra manera.

3.1 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTACIÓN

El CONTRATISTA aportará toda la herramienta e instrumentación necesaria para el tipo de trabajo a realizar.

Se dispondrá en obra de medidores de aislamiento, detectores de faltas de cable enterrado, medidores de parámetros eléctricos, equipos para medición de tierras, tarado de relés y en general toda la herramienta e instrumentación necesaria para la correcta ejecución y puesta en marcha de las instalaciones.

La DIRECCIÓN TÉCNICA se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas e instrumentación que juzgue inadecuadas.

4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Este apartado será de aplicación al:

- Montaje de canalizaciones eléctricas, incluyendo en este concepto la canalización propiamente dicha, el soportado de la misma y las tapas o blindajes de protección que pudieran incluirse en el diseño.
- Tendido y conexionado de cables.
- Sistema de puesta a tierra.

Se establecen en este punto las instrucciones generales que deben seguirse para la correcta preparación, ejecución y documentación de los trabajos que se lleven a cabo durante el montaje.

Requisitos generales de las canalizaciones eléctricas:

Previamente a la instalación, el CONTRATISTA realizará un replanteo de detalle, ajustándose exactamente a la situación de bornes de equipos y a la geometría de las estructuras y del trazado general, debiendo tener especialmente en cuenta que:

- A. El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales de las paredes o estructuras que las soporten o delimiten.
- B. El replanteo de detalle que elabore el CONTRATISTA será presentado a la Dirección Técnica en obra, de la que deberá obtener su aprobación antes del inicio de los trabajos.

Las canalizaciones podrán ser de alguno de los siguientes tipos:

- De hormigón.
- De cemento.
- De fibrocemento.
- De plástico.
- Metálicas.

En este proyecto las canalizaciones eléctricas están limitadas a zonas concretas, como el edificio de control-subestación o trazado perimetral de seguridad. El resto de zanjas eléctricas están planteadas con cables directamente enterrados.

Conexionado.

A - Antes de proceder al conexionado definitivo de los cables a sus equipos, el CONTRATISTA llevará a cabo las siguientes operaciones y comprobaciones:

1. Procederá al pelado de los hilos, para lo que se emplearán herramientas adecuadas, con el fin de no deteriorar el hilo ni su aislamiento.
2. Efectuará una comprobación al 100% de la continuidad eléctrica de los hilos que pretenda conectar. Esta comprobación se realizará en circuito abierto, alimentando con una batería de C.C. y utilizando un aparato luminoso-acústico.
3. Realizará, asimismo, una comprobación al 100% de aislamiento entre conductores y entre cada uno de ellos y tierra.

Para la medida de la resistencia de aislamiento se utilizará un Megger capaz de proporcionar tensión continua en vacío de 250, 500 y 1,000 voltios en función de la tensión nominal a la que pueda trabajar la instalación, para circuitos de baja tensión, y de 2,500 a 5,000 voltios, para circuitos de alta tensión.

El valor de la resistencia de aislamiento se considerará aceptable cuando sea mayor o igual a 1 Megaohmio para la tensión nominal superior a 500 V, por ejemplo los cables de generación fotovoltaica o los cables de salida del inversor a 630 V. Mayor o igual a 0.5 Megaohmios para los cables de alimentación menor a 500 V, por ejemplo los 400 V de altera de alimentación de servicios auxiliares y mayor o igual a 0.25 Megaohmios para los circuitos de muy baja tensión de seguridad (MBTS).

B - Para la realización de las comprobaciones realizadas en el párrafo anterior, el CONTRATISTA elaborará un Procedimiento para la Comprobación de la Continuidad y Aislamiento Eléctrico que presentará a la Dirección Técnica para su aprobación.

En dicho procedimiento se reflejará de forma ordenada y detallada la siguiente información:

- Aparatos y esquemas de la instalación para la comprobación de la continuidad eléctrica de los conductores.
- Medidas a realizar de la resistencia de aislamiento.
- Aparatos y esquemas de conexión para la realización de la medida de aislamiento.
- Tabla de valores admisibles para la resistencia de aislamiento, en función de las diferentes tensiones de servicio que se dispongan en la Central.
- Precauciones que deberán tomarse durante la realización de las medidas y comprobaciones.

C. Para la conexión de los diferentes hilos, se empleará una herramienta de engaste que garantice el control de la presión sobre el terminal.

D. El terminal a emplear en armarios eléctricos y paneles en general, será del tipo de presión preaislado de punta u ojal, según exija el punto donde vaya conectado.

E. Paralelamente a la ejecución del conexionado, se llevará a cabo el etiquetado del cable, así como de los hilos que lo compongan, ajustándose a los siguientes requisitos:

1. La etiqueta del cable se conectará en el punto de interrupción de la cubierta exterior.
2. La etiqueta del cable llevará marcado con tinta indeleble su número de identificación y composición.
3. Dichas etiquetas consistirán en un manguito termorretráctil. El material empleado en su fabricación contará con la aprobación de la Dirección Técnica.
4. La etiqueta del hilo se colocará inmediatamente antes de su conexión a las regletas de origen y destino.

5. La etiqueta del hilo llevará marcado con tinta indeleble el número de identificación del cable al que pertenezca y a la borna de conexión de origen y destino.

F. Simultáneamente con el conexionado, se realizará "in situ" las operaciones de taladrado, enhebrado del cable y apriete de los prensaestopas que deban llevarse a cabo para asegurar la estanqueidad del paso del cable o el grapado en perfiles normalizados que aseguren firmeza.

Sistema de puesta a tierra.

Para el tendido y conexionado de los circuitos a tierra se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Las uniones entre cables o entre cables y pletinas de cobre desnudo se realizarán según se indique en el Proyecto, de alguna de las siguientes formas:

- Soldadura aluminotérmica.
- Uniones atornilladas.
- Grapas.
- Terminales.

2. En el caso de uniones soldadas, se elaborará y presentará para la aprobación de la DIRECCIÓN TÉCNICA un Procedimiento para la realización de la Soldadura de tipo Aluminotérmico, en el que además de quedar reflejadas las variables de proceso, se establecerán la forma y los medios para el cumplimiento de las siguientes condiciones:

2.1. Preparación de la unión:

- Se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir hasta que éstos tengan el brillo del metal. Se podrá utilizar para esa operación lija o cepillo de acero.
- Los conductores mojados o húmedos deberán quedar perfectamente secos, pues la realización de la soldadura en tales circunstancias ocasionaría la aparición de porosidades, que harían rechazable la unión.
- Asimismo, los conductores que hubieran sido tratados con aceites o grasa serán previamente desengrasados, utilizando para ello un producto adecuado.

- Los moldes para la realización de la soldadura serán los que en cada caso (dependiendo de los materiales a unir), recomiende el fabricante aprobado.
- A cada tipo de unión corresponderá un diseño de molde. No se permitirá la colocación de suplementos en los moldes para realizar soldaduras diferentes con un mismo diseño de molde.
- Antes de realizar la soldadura, los moldes deberán limpiarse y secarse cuidadosamente.



PRESUPUESTO

En este apartado se mostrará el coste estimado de la instalación, haciendo primero los precios en Excel y posterior cálculo de ejecución de obra.

Los precios considerados serán los más realistas posible, teniendo en cuenta sobre todo los aparatos de mayor coste como los paneles solares, los inversores y los transformadores; mientras que los elementos de menor precios se obtienen directamente del PVP de bases de precios.

Algunos precios han tenido que ser obtenidos por comparación con otros productos similares del mercado, por lo tanto, este presupuesto puede ser un buen punto de partida a la hora de considerar la viabilidad del proyecto pero no tienen precios completamente exactos por lo anteriormente mencionado.

Presu puesto				
Ud	Reumen	Canti dad	Precio (€)	Importe
	Obra civil	-	-	
m2	despeje, desbroce y retirada de capa superficial de tierra vegetal de 20 cm de espesor medio, incluso transporte a vertedero o acopio para reutilización	30000	0,5	15.000,0
m2	Excavación de la explanación en cualquier clase de terreno	10000	5,6	56.000,0
ML	Metro lineal de zanja normalizada tipo Baja Tension de circuitos de String y Cajas de string	16000	16,05	256.800,0
Ud	Suministro, transporte y ejecución en obra de arqueta prefabricada de hormigón para instalación de Media Tensión	4	416	1.664,0
ML	Bandeja rejiband electro zincada	10000	8,4	84.000,0
	Módulos fotovoltaicos			
Ud	Panel 500W LONGI LR5-66HPH HIMO5	8000	215,25	1.722.000,0
Ud	Accesorios de unión y fijación (estimado 30% adicional)	0,3	84000	25.200,0
	Cableado			

Planta de generación fotovoltaica de 4MW

ML	EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC - 2,5mm2	7720	0,23	1775,6
ML	EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC - 50mm2	4860	12	58320
ML	EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC - 240mm2	10	192	1920
Protecciones				
Ud	Cuadro de conexionado en DC, para 12 canales de entrada de doble polaridad			
Ud	FUSIBLE HELIO PROTECTION FOTOVOLTAICA 10X38 GPV 25A MERSEN	4000	4,72	18.880,0
Ud	Fusible NHPV-H1XL	100	500	50.000,0
Ud	Vigilante Cirprotec ISO-Check PV 1000	40	154,8	6.192,0
Ud	Schneider Compact NSX1600NA DC PV	100	6.036,58	603.658,0
Ud	Cuadro de maniobra sistemas de protección	4	1.500,00	6.000,0
Equipo electrico				
Ud	Inversor ABB PVS800-57-1000kW-C	4	33.878,49	135.514,0
Ud	Transformador trifásico 1000kVA 13.8/0.38kV CST ONAN WEG.	4	24530	98.120,0
Ud	Cableados interiores y conexionados de potencia	4	150	600,0
Ud	Pica TT 2000x14 100 micras	36	4	144,0
Ud	Grapa para pica TT	36	0,7	25,2
M	Cable de cobre desnudo 50 mm2	1552	3,8	5.897,6
Ud	Material diverso de conexionado (terminales, tornillería, etc) por bloque de strings	400	0,4	160,0
Mano de obra de instalación eléctrica				
Ud	Hora de mano de obra de oficial de primera	20000	24	480.000,0
Ud	Hora de mano de obra de oficial de segunda	20000	20	400.000,0
Ud	Hora de mano de obra de ayudante de electricista	40000	18	720.000,0
Total				
				4.747.870,4

EL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS CUATRO MILLONES SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SETENTA EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.

Ahora añadimos los gastos generales y el beneficio industrial para obtener el total de ejecución de obra.

2 % de Seguridad y Salud -----	94.957,41 €
6,00 % de Beneficio Industrial-----	47.478,70 €
Presupuesto de ejecución material (PEM)-----	4.890.306,51 €
13,00 % de Gastos Generales -----	635.739,84 €
6,00 % de Beneficio Industrial-----	293.418,39€
SUMA	5.819.464,70 €
21,00 % IVA -----	1.222.087,59 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	7.041.552,29 €

El presupuesto de ejecución por contrata a la expresada asciende a la cantidad de SIETE MILLONES CUARENTA Y UN MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS.

ANEXO 01 – DOCUMENTACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS



Hi-MO 5m

(G2)

LR5-66HPH 495~515M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability



12-year Warranty for Materials and Processing



25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGI



21.7%
MAX MODULE
EFFICIENCY

0~3%
POWER
TOLERANCE

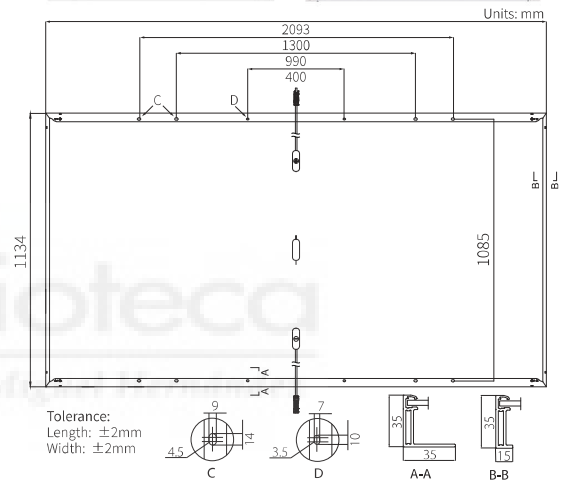
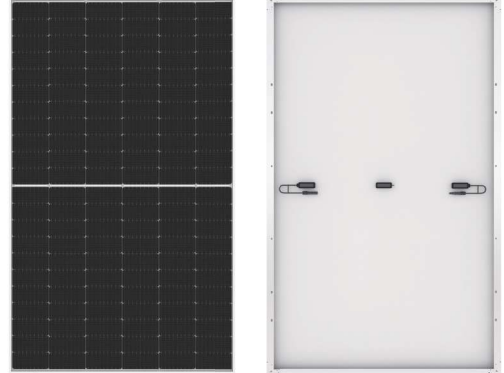
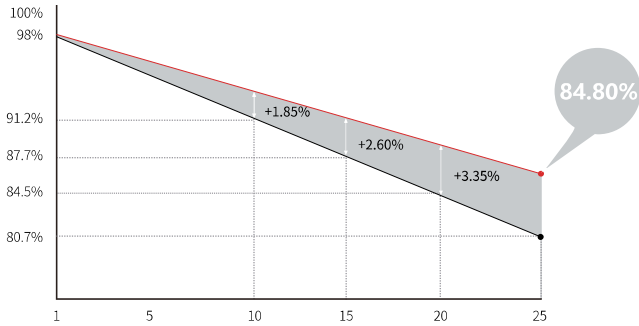
<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

HALF-CELL
Lower operating temperature

Additional Value

25-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm length can be customized
Connector	LONGi LR5 or MC4 EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	25.3kg
Dimension	2093×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC

Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s Test uncertainty for Pmax: +3%

Module Type	LR5-66HPH-495M		LR5-66HPH-500M		LR5-66HPH-505M		LR5-66HPH-510M		LR5-66HPH-515M	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	495	370.0	500	373.7	505	377.5	510	381.2	515	384.9
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.40	42.69	45.55	42.83	45.70	42.97	45.85	43.11	46.00	43.25
Short Circuit Current (Isc/A)	13.82	11.17	13.90	11.24	13.97	11.30	14.05	11.36	14.13	11.42
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	38.23	35.51	38.38	35.65	38.53	35.79	38.68	35.93	38.83	36.07
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.95	10.42	13.03	10.48	13.11	10.55	13.19	10.61	13.27	10.67
Module Efficiency(%)	20.9		21.1		21.3		21.5		21.7	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0~3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.340%/°C

ANEXO 02 – DOCUMENTACIÓN INVERSOR



SOLAR INVERTERS

ABB central inverters

PVS800 – 500 to 1000 kW



ABB central inverters raise reliability, efficiency and ease of installation to new levels. The inverters are aimed at system integrators and end users who require high performance solar inverters for large photovoltaic (PV) power plants. The inverters are optimized for cost-efficient multi-megawatt power plants.

01

01 ABB central inverter, PVS800

World's leading inverter platform

The ABB central inverters have been developed on the basis of decades of experience in the industry and proven technology platform. Unrivalled expertise from the world's market and technology leader in frequency converters is the hallmark of this solar inverter series.

Based on ABB's highly successful platform and the most widely used frequency converters on the market – the inverters are the most efficient and cost-effective way to convert the direct current (DC) generated by solar modules into high-quality and CO₂-free alternating current (AC) that can be fed into the power distribution network.

Solar inverters from ABB

ABB central inverters are ideal for large PV power plants but are also suitable for large-sized power plants installed in commercial or industrial buildings. High efficiency, proven components, compact and modular design and a host of life cycle services ensures ABB central inverters provide a rapid return on investment.

Highlights

- High total performance
- Modular and compact product design
- Extensive DC and AC side protection
- Full grid support functionality
- Fast and easy installation
- Complete range of industrial-type data communication options, including remote monitoring
- Life cycle service and support through ABB's extensive global service network



02

Maximize yields without losing a watt

02 A view from ABB inverter station PVS800-IS, housing two PVS800 central inverters.

Maximum energy and feed-in revenues

ABB central inverters have a high total efficiency level. Optimized and accurate system control and a maximum power point tracking (MPPT) algorithm together with high efficiency power converter design ensure that maximum energy is delivered to the power distribution network from the PV modules. For end users this generates the highest possible revenues from the feed-in tariffs.

Proven ABB components

The inverters comprise proven ABB components with a long track record of performance excellence in demanding applications and harsh environments. Equipped with extensive electrical and mechanical protection, the inverters are engineered to provide a long and reliable service life of at least 20 years.

Compact and modular design

The inverters are designed for fast and easy installation. The industrial design and modular platform provides a wide range of options like remote monitoring, fieldbus connection and modular and flexible DC input cabinet. The integrated DC cabinet saves space and costs as the solar array junction boxes can be connected directly to the inverter DC cabinet fused busbars. The inverters are customized to meet end user needs and are available with short delivery times.

Effective connectivity to power distribution network

ABB's transformerless central inverter series enables system integrators to design the PV power plant using optimum combination of different power rating inverters. Inverters are connected to the medium voltage (MV) power distribution network either centrally or in a distributed manner depending on the plant size and shape and network connection position.

Advanced grid support features

ABB central inverter software includes all the latest grid support and monitoring features including active power limitation, low voltage ride through (LVRT) with current feed-in and reactive power control. Active and reactive power output can be limited by using an external source. Active power can also be limited automatically as a function of grid frequency.

All grid support functions are parameterized allowing easy adjusting for local utility requirements. ABB central inverters are also able to support grid stability even at night by providing reactive power with the DC input disconnected.

ABB central inverters

PVS800 – 500 to 1000 kW



High total performance

- High efficiency
- Low auxiliary power consumption
- Efficient maximum power point tracking
- Long and reliable service life of at least 20 years

Full grid support functionality

- Reactive power compensation also during the night time
- Active power limitation
- Low voltage ride through with current feed in

Grid code compatibility

- Wide country-specific grid code compliance
- Adjustability to various local utility requirements

Life cycle service and support

- ABB's extensive global service network
- Extended warranties
- Service contracts
- Technical support throughout the service life

Modular industrial design

- Compact and easy-to-maintain product design
- Fast and easy installation
- Integrated and flexible DC input cabinet

Extensive protections

- DC and AC side protection with built-in fuses, surge protection and filters
- Increased reliability and safety with DC and AC side contactors
- Heavy-duty surge protection

Proven technology

- Based on ABB's market-leading technology platform used in frequency converters

Wide communication options

- Complete range of industrial data communication options
- Ethernet/Internet Protocol
- Remote monitoring

ABB central inverters

PVS800 – 500 to 1000 kW



Technical data and types

Type designation	PVS800-57-0500kW-A	PVS800-57-0630kW-B	PVS800-57-0875kW-B	PVS800-57-1000kW-C
Input (DC)				
DC voltage range, mpp ($U_{DC, mpp}$)	450 to 825 V	525 to 825 V	525 to 825 V	600 to 850 V
Maximum DC voltage ($U_{max(DC)}$)	1100 V	1100 V	1100 V	1100 V
Maximum DC current ($I_{max(DC)}$) ¹⁾	1145 A	1230 A	1710 A	1710 A
Number of protected DC inputs	4 to 15 (+/-)	4 to 15 (+/-)	8 to 20 (+/-)	8 to 20 (+/-)
Output (AC)				
Nominal power ($P_{N(AC)}$) ¹⁾	500 kW	630 kW	875 kW	1000 kW
Maximum output power ²⁾	600 kW	700 kW	1050 kW	1200 kW
Power at $\cos\varphi = 0.95$ ¹⁾	475 kW	600 kW	830 kW	950 kW
Nominal AC current ($I_{N(AC)}$)	965 A	1040 A	1445 A	1445 A
Nominal output voltage ($U_{N(AC)}$) ³⁾	300 V	350 V	350 V	400 V
Output frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Harmonic distortion, current ⁴⁾	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
Distribution network type ⁵⁾	TN and IT	TN and IT	TN and IT	TN and IT
Efficiency				
Maximum ⁶⁾	98.6%	98.6%	98.7%	98.8%
Euro-eta ⁶⁾	98.2%	98.4%	98.5%	98.6%
Power consumption				
Own consumption in operation	490 W	490 W	650 W	650 W
Standby operation consumption	65 W	65 W	65 W	65 W
External auxiliary voltage ⁷⁾	230 V, 50 Hz	230 V, 50 Hz	230 V, 50 Hz	230 V, 50 Hz
Dimensions and weight				
Width/Height/Depth, mm (W/H/D)	2630/2130/708	2630/2130/708	3630/2130/708	3630/2130/708
Weight appr. ⁸⁾	1800 kg	1800 kg	2320 kg	2320 kg

¹⁾ 630 kW at 45 °C. 500, 875 and 1000 kW at 50 °C.

²⁾ At 25 °C. See the user manual for details.

³⁾ +/- 10%

⁴⁾ At nominal power

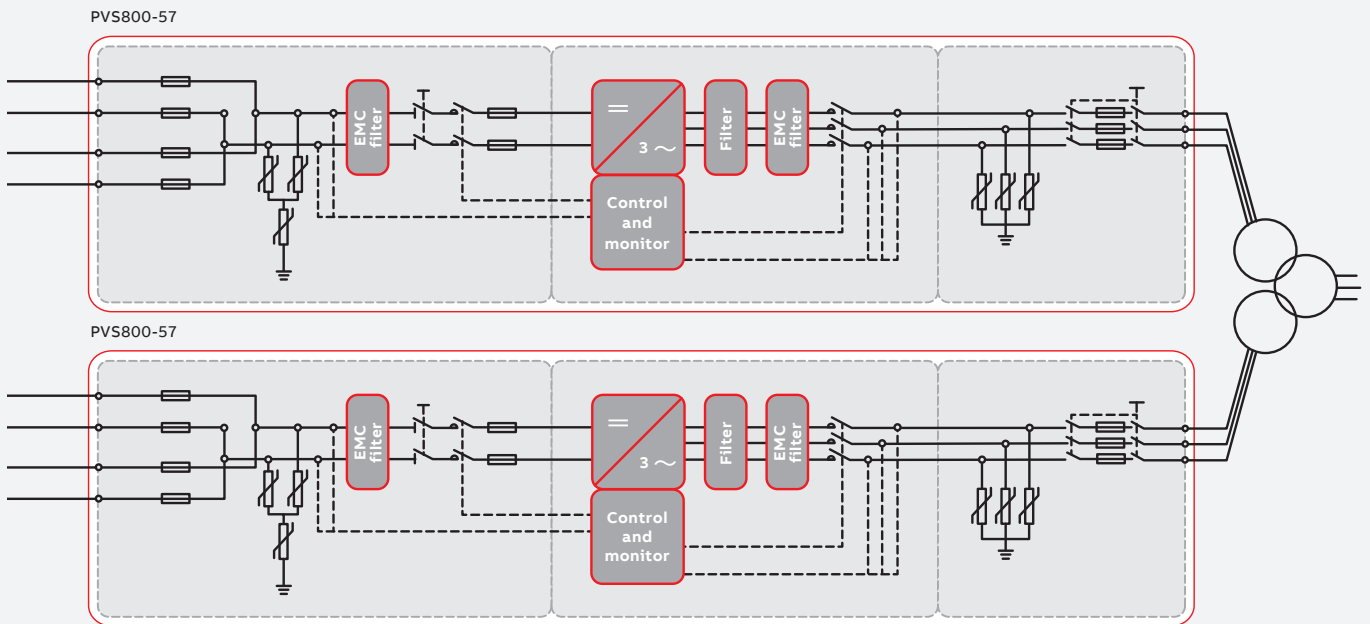
⁵⁾ Inverter side must be IT type

⁶⁾ Without auxiliary power consumption at min U_{DC}

⁷⁾ 115 V, 60 Hz optional

⁸⁾ For the smallest number of protected inputs. See the user manual for details.

ABB central inverter design and power network connection



Technical data and types

Type designation	PVS800-57-0500kW-A	PVS800-57-0630kW-B	PVS800-57-0875kW-B	PVS800-57-1000kW-C
Environmental limits				
Degree of protection	IP42	IP42	IP42	IP42
Ambient temp. range (nom. ratings) ⁹⁾	-15 to +50 °C	-15 to +45 °C	-15 to +50 °C	-15 to +50 °C
Maximum ambient temperature ¹⁰⁾	+55 °C	+55 °C	+55 °C	+55 °C
Relative humidity, not condensing	15 to 95%	15 to 95%	15 to 95%	15 to 95%
Maximum altitude (above sea level) ¹¹⁾	4000 m	4000 m	4000 m	4000 m
Maximum noise level ¹²⁾	75 dBA	75 dBA	75 dBA	75 dBA
Maximum air flow of the inverter section	5000 m ³ /h	5000 m ³ /h	7950 m ³ /h	7950 m ³ /h
Protection				
Ground fault monitoring ¹³⁾	Yes	Yes	Yes	Yes
Grid monitoring	Yes	Yes	Yes	Yes
Anti-islanding	Yes	Yes	Yes	Yes
DC reverse polarity	Yes	Yes	Yes	Yes
AC and DC short circuit and over current	Yes	Yes	Yes	Yes
AC and DC over voltage and temperature	Yes	Yes	Yes	Yes
User interface and communications				
Local user interface	ABB local control panel			
Analog inputs/outputs	1/2	1/2	1/2	1/2
Digital inputs/relay outputs	3/1	3/1	3/1	3/1
Fieldbus connectivity	Modbus, PROFIBUS, EtherNet			
Product compliance				
Safety and EMC	CE conformity according to LV and EMC directives			
Certifications and approvals ¹⁴⁾	AS, CEI, EAC, IEC, P.O. 12.3, RCM, RD, VDE, ZA			
Grid support and grid functions	Reactive power compensation ¹⁵⁾ , Power reduction, LVRT, HVRT, Anti-islanding			

⁹⁾ Frosting is not allowed. May need optional cabinet heating.

¹⁰⁾ Power derating after 45 °C/50 °C

¹¹⁾ Power derating above 1000 m

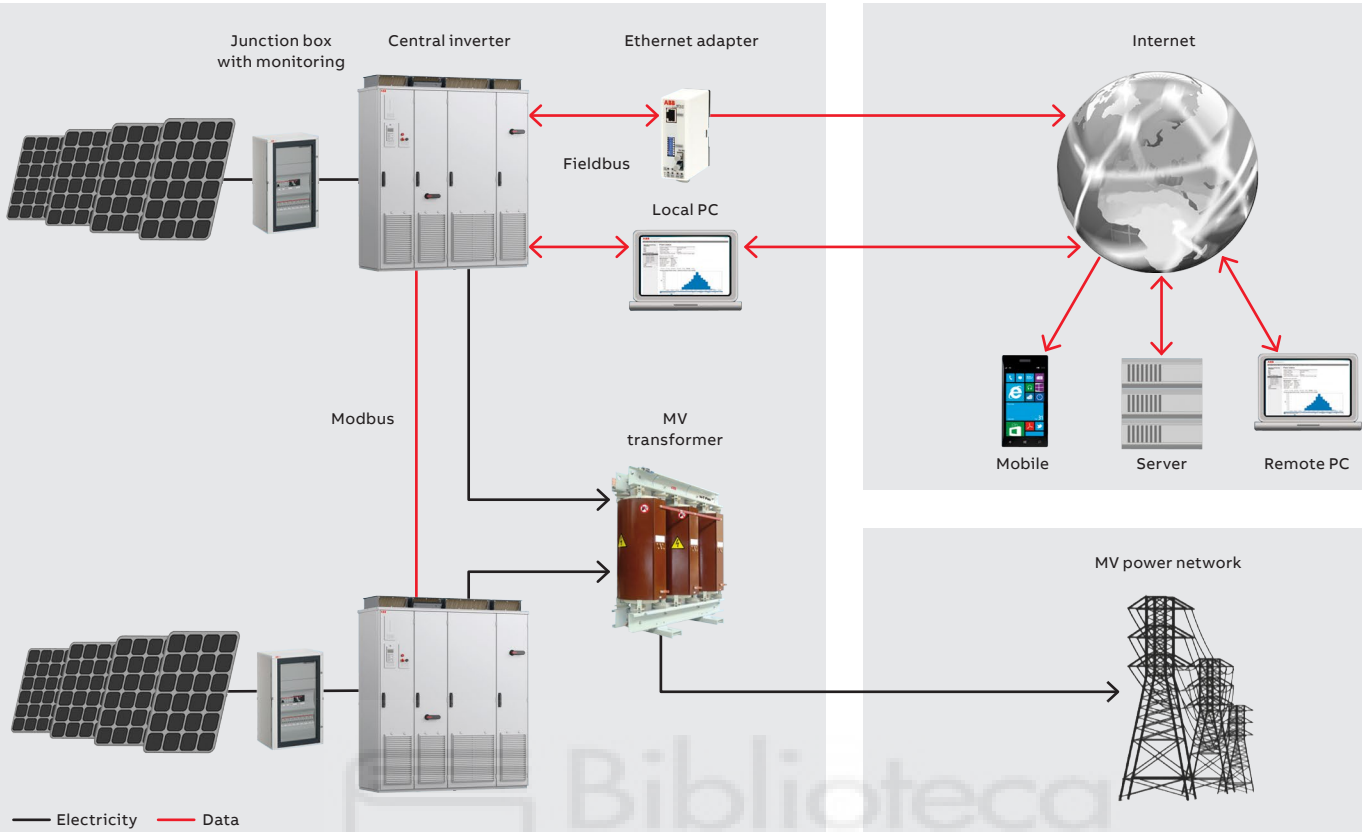
¹²⁾ At partial power typically < 70 dBA

¹³⁾ Optional

¹⁴⁾ More detailed information, please contact ABB

¹⁵⁾ Also during the night

Data communication principle for ABB central inverters



Options

- Integrated and flexible DC input extension cabinets
- Cabinet heating
- I/O extensions
- DC grounding (negative and positive)
- Fieldbus and Ethernet connections
- Current measurement to each DC input
- Warranty extensions
- Solar inverter care contracts

Accessories

- Solar array junction boxes with string monitoring
- Remote monitoring solutions

Support and service

ABB supports its customers with a dedicated service network in more than 60 countries and provides a complete range of life cycle services from installation and commissioning to preventative maintenance, spare parts, repairs and recycling.

For more information please contact your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB. Copyright © 2017 ABB. All rights reserved



ANEXO 03 – DOCUMENTACIÓN TRANSFORMADOR



HOJA DE DATOS

Transformador de Distribución en Aceite



Identificación

Código del producto: 13852984
Opcional : Transformador abajador
Norma / Especificación : NBR 5356

Características del ambiente

Instalación : A la intemperie
Altitud máxima de instalación (m.s.n.m) : 1000.0
Atmosfera : No agresiva
Temperatura máxima del ambiente (°C) : 40.0

Características electricas

Frecuencia (Hz): 60.0	Fases: Trifasico	Grupo de conexión: Dyn1
-----------------------	------------------	-------------------------

Devanado	Potencia (kVA)		Tensión (kV)	Conexión	Conmutación
	ONAN				
Alta tensión	2000.0		24.2 -4x1.1 kV	Delta	CST
Baja Tensión			0.38	Estrella	

Elevación de temperatura de los devanados média (°C)	65.0
Elevación de temperatura de los devanados punto más caliente (°C)	80.0
Clase del material aislante	E (120 °C)

Pruebas dielectricas	Alta tensión		Baja Tensión	
	Fase	Neutral	Fase	Neutral
Nivel de aislamiento (kV)	24.0		1.2	1.2
Tensión de prueba (kV)	125.0		30.0	30.0
Tensión de prueba (cortado) (kV)	138.0		33.0	
Tensión aplicada (kV)	50.0		10.0	10.0
Tensión inducida (kV)	2 x Vn		2xVn	2xVn

Temperatura de Referencia @ 85.0 °C - ONAN	100%
Pérdidas a vacío (kW)	2.6
Pérdidas en cortocircuito (kW)	0.0
Pérdidas totales (kW)	32.0
Corriente de excitación (%)	1.2

Alta/Baja Tensión	Base		Impedancia @ 85.0 °C - ONAN (%)
	Posición (kV)	Potencia (kVA)	
	24.2 / 0.38	2000.0	6.0

Refrigeración	ONAN
Nivel de ruido (dB)	61.0
Descargas parciales (pC)	300.0
Corriente de inrush (Apk)	
Fator K	K1

Factor de carga [%]	Regulación (100% de carga)		
	ONAN (Φ = 0.8)	ONAN (Φ = 0.9)	ONAN (Φ = 1)
100	4.77	4.0	1.69

Rev.	Resumen de los cambios	Ejecutado	Verificado	Fecha
Ejecutor				
Verificador			Pagina	Revisión
Fecha	26/08/2022		1 / 2	

HOJA DE DATOS

Transformador de Distribución en Aceite



Factor de carga [%]	Rendimiento		
	ONAN ($\Phi = 0.8$)	ONAN ($\Phi = 0.9$)	ONAN ($\Phi = 1$)
25	98.89	99.01	99.11
50	98.74	98.88	98.99
75	98.38	98.56	98.7
100	97.98	98.2	98.38

Características constructivas

Forma constructiva :

Líquido aislante :

Pintura de acabado :

Material de los conductores AT/BT :

Boquillas de alta tensión :

Boquillas de baja tensión :

Tanque corrugado

Mineral nafténico A

Cinza munsell N 6,5

Al/Al

Superior

Superior

Accesorios

Accionamiento del conmutador a vacío

Puesta a tierra

Dispositivo de alivio de presión

Dispositivo para extracción de muestra del aceite

Valvula de drenaje de aceite

Placa de características (aluminio)

Ruedas

Orejas para tracción

Valvula de drenaje de aceite

Dispositivo multifuncional R.I.S.

Meios de ligação para filtro

Apoyo de gatos

Pruebas

Rutina: Si

Opcional: De acuerdo con orden de compra

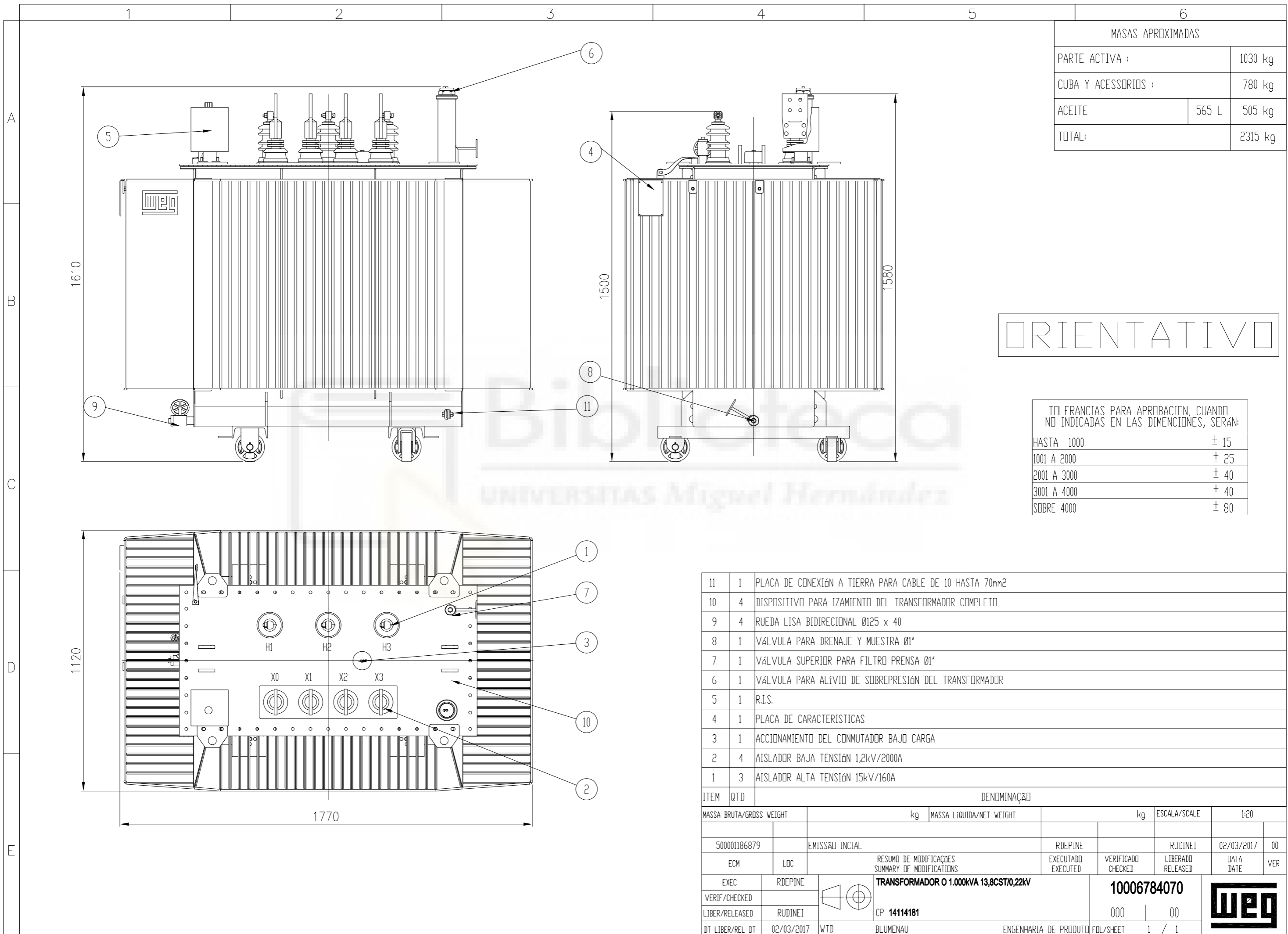
Especial: De acuerdo con orden de compra

Notas

Las informaciones contenidas son sólo para orientación. Sujeto a cambios sin previo aviso.



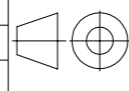

Rev.	Resumen de los cambios	Ejecutado	Verificado	Fecha
Ejecutor				
Verificador			Página	Revisión
Fecha	26/08/2022		2 / 2	



MASAS APROXIMADAS		
PARTE ACTIVA :		1030 kg
CUBA Y ACCESORIOS :		780 kg
ACEITE	565 L	505 kg
TOTAL:		2315 kg

ORIENTATIVO

TOLERANCIAS PARA APROBACION, CUANDO NO INDICADAS EN LAS DIMENSIONES, SERÁN:	
HASTA 1000	± 15
1001 A 2000	± 25
2001 A 3000	± 40
3001 A 4000	± 40
SOBRE 4000	± 80

11	1	PLACA DE CONEXIÓN A TIERRA PARA CABLE DE 10 HASTA 70mm ²				
10	4	DISPOSITIVO PARA IZAMIENTO DEL TRANSFORMADOR COMPLETO				
9	4	RUEDA LISA BIDIRECCIONAL Ø125 x 40				
8	1	VÁLVULA PARA DRENAJE Y MUESTRA Ø1"				
7	1	VÁLVULA SUPERIOR PARA FILTRO PRENSA Ø1"				
6	1	VÁLVULA PARA ALÍVIO DE SOBREPRESIÓN DEL TRANSFORMADOR				
5	1	R.I.S.				
4	1	PLACA DE CARACTERÍSTICAS				
3	1	ACCIONAMIENTO DEL CONMUTADOR BAJO CARGA				
2	4	AISLADOR BAJA TENSIÓN 1,2kV/2000A				
1	3	AISLADOR ALTA TENSIÓN 15kV/160A				
ITEM	QTD	DENOMINAÇÃO				
MASSA BRUTA/GROSS WEIGHT		kg	MASSA LÍQUIDA/NET WEIGHT	kg	ESCALA/SCALE	1:20
500001186879		EMISSÃO INICIAL		RDEPINE	RUDINEI	02/03/2017 00
EXEC	LOC	RESUMO DE MODIFICAÇÕES SUMMARY OF MODIFICATIONS	EXECUTADO EXECUTED	VERIFICADO CHECKED	LIBERADO RELEASED	DATA DATE
EXEC	RDEPINE	 TRANSFORMADOR O 1.000kVA 13,8CST0,22kV CP 14114181	10006784070			
VERIF/CHECKED	RUDINEI		000	00		
LIBER/RELEASED	RUDINEI	BLUMENAU	ENGENHARIA DE PRODUTO	FOL/SHEET	1 / 1	
DT LIBER/REL DT	02/03/2017	WTD				

ANEXO 04 – DOCUMENTACIÓN CELDAS MEDIA TENSIÓN



2017 Catalog



GMA

Up to 24 kV - 2500 A – 31.5 kA
Gas-insulated switchgear

Medium Voltage Distribution

Feeder with circuit-breaker

Panel type CB6 25 kA
without voltage transformer

Feeder panel
600 mm 25 kA, without
voltage transformer,
3 cables/conductors
and surge arrester



Illustration:
up to 630 A.

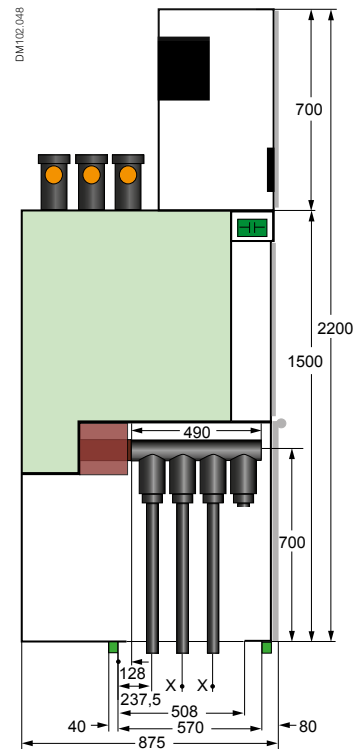
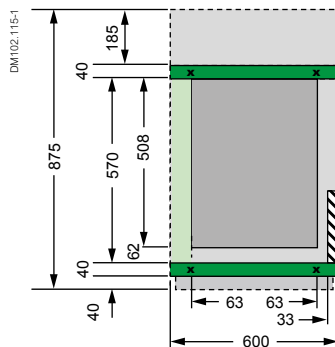
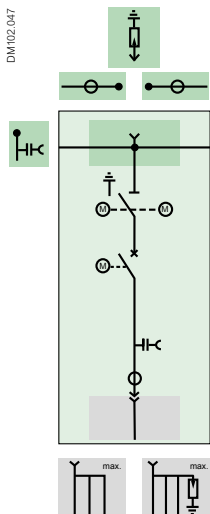
Main options

- Earthing switch and disconnector, motorized
- Current transformers on the busbar system
- Surge arresters on the busbar system
- Capacitive voltage detection system on the busbar system

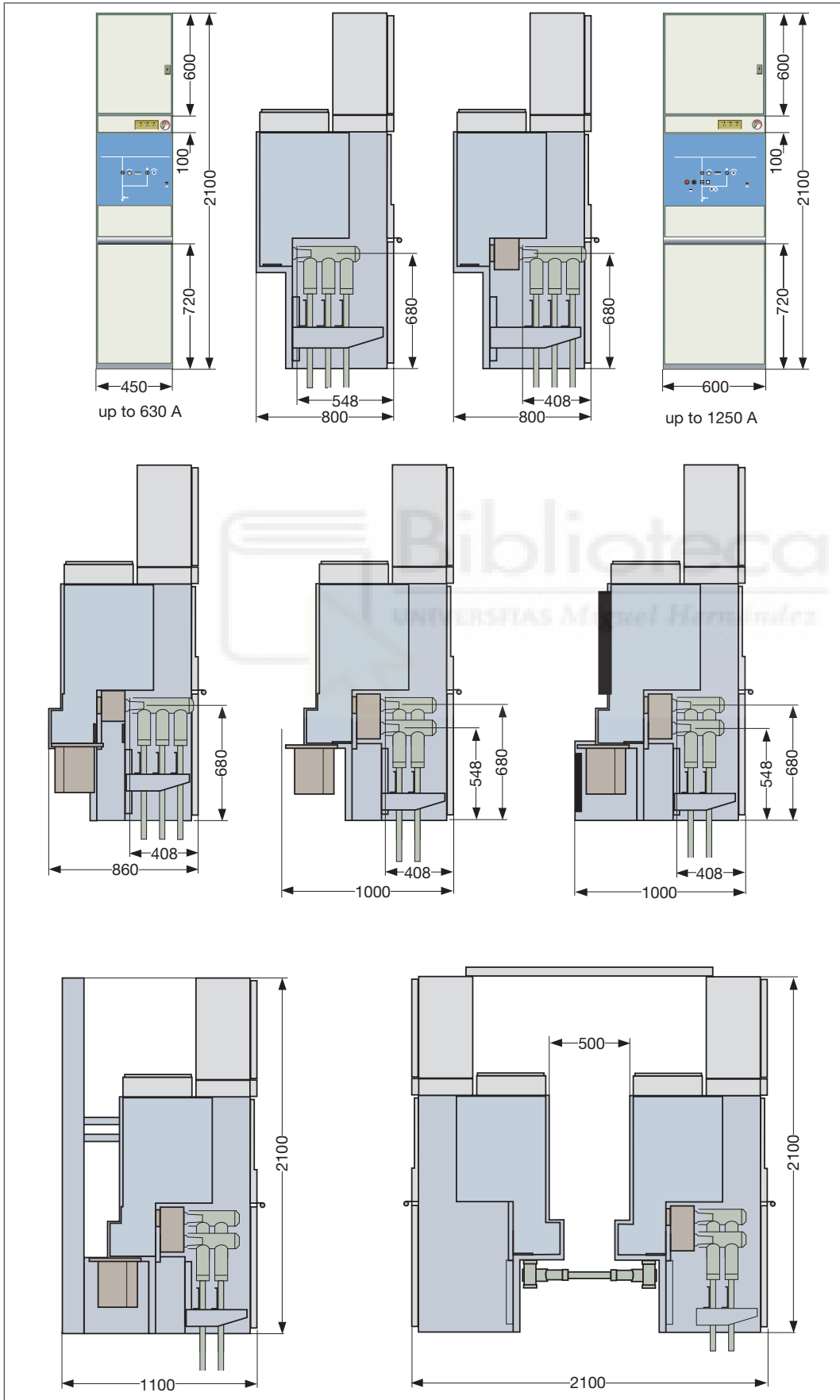
Circuit-breaker switchgear cubicle
600 mm (width)

Cubicle type		CB6	
Rated current feeder	A	630	
Dimensions * Height	mm	2200 / 2350	
	Width	mm	600
	Depth	mm	875
Weight with all components fitted	kg	650	

* Dimensions in accordance with IAC AFL, height depending on low-voltage cabinet



Main dimensions



ANEXO 05 – GESTIÓN DE RESIDUOS

1. OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente documento es desarrollar el Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición (en adelante EGR) del proyecto FV ESPLIEGO, que concreta las actuaciones a llevar a cabo respecto a la manipulación, almacenamiento, recogida y tratamiento de los residuos.

Este documento se redacta con el fin de colaborar en la reducción del volumen de residuos que se generarán durante la ejecución de las obras, así como para asegurar la correcta separación y tratamiento de los residuos generados, contribuyendo así a frenar el impacto ambiental que estos residuos ocasionan y reduciendo la contaminación de aguas y suelos y el deterioro paisajístico.

El presente Estudio de Gestión de Residuos se redacta conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (en adelante RCD).

El ámbito de aplicación del Real Decreto 105/2008 (Artículo 3) son los residuos de construcción y demolición definidos como 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, con excepción de las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

El productor de los residuos velará por el cumplimiento de la normativa específica vigente, fomentando la prevención de los residuos de obra, la reutilización, reciclado, y otras formas de valorización, asegurando siempre el tratamiento adecuado para asegurar el desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

El presente EGR del proyecto servirá de base para que posteriormente el Contratista de la obra (poseedor de los residuos) elabore su Plan de Gestión de Residuos (PGR).

2. CONTENIDO

Este EGR incluye la normativa aplicable en materia de gestión de residuos y los datos básicos del proyecto, así como los contenidos siguientes que se exigen en el Artículo 4.1.a) 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:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

3. NORMATIVA APLICABLE

Se indica a continuación la legislación vigente de ámbito comunitario, estatal, autonómico y local que es de aplicación para la gestión de residuos durante la ejecución de las obras.

Normativa de la Unión Europea

- Directiva 851/2018, de 30/05/2018, se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. (DOCE n° L 150, de 14/06/2018)
- Directiva 850/2018, de 30/05/2018, se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos. (DOCE n° L 150, de 14/06/2018)
- Directiva 1127/2015, de 10/07/2015, se modifica el anexo II de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n° L 184, de 11/07/2015)
- Decisión 955/2014, de 18/12/2014, se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (DOCE n° L 370, de 30/12/2014)

- Reglamento 1357/2014, de 18/12/2014, se sustituye el anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n ° L 365, de 19/12/2014)
- Directiva 98/2008, de 19/11/2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. (DOCE n ° L 312, de 22/11/2008)
- Decisión 33/2003, de 19/12/2002, se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al Artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE. (DOCE n ° L 11, de 16/01/2003)
- Directiva 31/1999, de 26/04/1999, relativa al vertido de residuos. (DOCE n ° L 182, de 16/07/1999)
- Resolución /1997, de 24/02/1997, sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos. (DOCE n ° C 76, de 11/03/1997)

Normativa Estatal

- Real Decreto 646/2020, de 07/07/2020, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. (BOE n ° 187, de 08/07/2020)
 - Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
 - Orden 1080/2017, de 02/11/2017, se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados. (BOE n° 272, de 09/11/2017).
 - Orden 1007/2017, de 10/10/2017, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron. (BOE n° 254, de 21/10/2017).
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE n° 140, de 12 de junio de 2013).
- Ley 11/2012, de 19/12/2012, Artículo tercero de la Ley 11/2012, de medidas urgentes en materia de medio ambiente, por el que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE n° 305, de 20/12/2012).
 - Real Decreto-Ley 17/2012, de 04/05/2012, Artículo tercero del Real Decreto-Ley 17/2012 por la que se modifica la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. (BOE n° 108, de 5/05/2012).
 - Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE n° 181, de 29 de julio de 2011).

- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (BOE nº 139, de 8 de junio de 2010).
- Real Decreto 105/2008, de 01/02/2008, se regula la producción y gestión de los Residuos de construcción y demolición. (BOE nº 38, de 13/02/2008).
- Real Decreto 9/2005, de 14/01/2005, se establece la relación de Actividades Potencialmente Contaminantes del Suelo y los Criterios y Estándares para la declaración de suelos contaminados. (BOE nº 15, de 18/01/2005).

4. DATOS BÁSICOS DEL PROYECTO

La planta fotovoltaica de 4 MW, está integrada por los siguientes elementos:

- 8000 módulos fotovoltaicos de 500 Wp. Estos módulos se agruparán en 400 strings (20 módulos en serie), colocados sobre mesas de estructura fija
- 4 inversores. Cada inversor incorpora un transformador elevador de tensión 1000kVA 13.8/0.38kV.
- Red de media y baja tensión.

Por tanto, se excluyen del alcance de este EGR otras infraestructuras de la instalación, como son la subestación eléctrica y la línea de evacuación de Alta/Media Tensión.

La planta fotovoltaica se sitúa en la provincia de Alicante, en la Comunidad Valenciana.

4.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Durante la fase de construcción de la planta fotovoltaica se van a generar en mayor medida residuos no peligrosos, pero también puede haber una pequeña parte de residuos peligrosos.

La definición de estos dos tipos de residuos viene en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

En la etapa de construcción, acondicionamiento de terrenos, colocación de estructuras y de cableado, se va a generar una pequeña cantidad de residuos propios de esta fase. Estos residuos se almacenarán correctamente, evitando la mezcla de residuos de distinto tipo, y serán retirados por gestor autorizado, asegurando la correcta reutilización o eliminación controlada.

Una vez termine la obra, se procederá a la limpieza general de las áreas, retirando las instalaciones temporales, restos de máquinas y escombros, transportándolos a vertederos controlados e instalaciones adecuadas para su tratamiento (gestores autorizados) para asegurar la correcta reutilización.

Las actividades que durante la construcción van a generar residuos son las que se señalan a continuación:

- Apertura o acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo, desbroces y talas, movimiento de tierras
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones
- Acumulación de material
- Apertura de la zanja de tendido
- Tendido de cables eléctricos y cables de tierra
- Limpieza y restauración de las zonas de obra

Los residuos peligrosos que se generan en la fase de construcción son los derivados del mantenimiento de la maquinaria que se vaya a utilizar en la obra. Serán generalmente aceites usados, restos de trapos impregnados en aceites y/o disolventes, envases que hayan contenido sustancias peligrosas, posibles fugas de hidrocarburos, etc.

Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque en ocasiones, debido al elevado peso de la maquinaria haya que realizar el mantenimiento en la propia obra. Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o la manipulación de sustancias peligrosas, puede darse el caso de pequeños vertidos, tanto de aceites como de combustibles, que contaminen la tierra con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción, los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc.

Los excedentes de excavación generados debido a la realización de las zanjas se han tenido en cuenta en el presupuesto de Obra Civil de la Línea eléctrica.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona. Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc.

5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

A continuación se incluye una estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición previstos durante la ejecución de la obra, codificados de acuerdo con lo señalado en 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, y a partir de la Decisión (2014/955/UE) de la Comisión de 3 de mayo de 2000 y la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Residuo	Código LER	Actividad origen	Peso (t)	Vol (m3)
Envases de papel y cartón	15 01 01	Embalajes de material de equipos tanto paneles solares fotovoltaicos como estructuras, inversores, otros equipos y materiales	12	-
Envases de plástico	15 01 02	Embalajes de material de equipos tanto paneles solares fotovoltaicos como inversores, otros equipos y materiales	1	-
Envases de madera	15 01 03	Embalajes de material de equipos tanto paneles solares fotovoltaicos como estructuras, inversores, otros equipos y materiales	11,5	-
Hormigón	17 01 01	Restos de hormigón de limpieza de canaletas y sobrante proveniente de vallado, losas de cimentación de inversores, canalización subterránea	3	-
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06	17 01 07	Restos mezclados de hormigón de limpieza de canaletas y sobrante proveniente de vallado, losas de cimentación de inversores, canalización subterránea	2	-
Plástico	17 02 03	Restos de tubo corrugado canalización eléctrica, línea subterránea MT, peladura de conductor String, BT y MT	0,5	-

Cobre, bronce, latón	17 04 01	Restos conductores de cobre	2	-
Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35	20 01 36	Paneles solares rotos durante su manipulación o instalación y otros equipos eléctricos o electrónicos desechados	5,5	-
Lodos de fosas sépticas	20 03 04	Recogida de efluentes de baños, vestuarios e instalaciones auxiliares	0,5	-

6. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

Durante la ejecución de los trabajos, todas las contratistas participantes, implantarán las medidas dispuestas en el presente EGR. Se llevarán a cabo las siguientes medidas para la prevención de los residuos en obra, de tal forma que se evite al máximo su generación:

- Se planificarán las épocas en las que se ejecutará cada trabajo atendiendo a los vientos y lluvias, de forma que se evite el levantamiento de polvo y otros residuos, así como el arrastre de vertidos y materiales.
- Se planificará la distribución de las infraestructuras necesarias para la ejecución de la obra, de forma que, desde antes del comienzo de cada actividad, queden bien establecidas las ubicaciones de casetas, baños, maquinaria, acopios de materiales y de residuos. Las ubicaciones atenderán a criterios técnicos y ambientales.
- Las ubicaciones de casetas y baños estarán bien delimitadas y establecidas. Los baños estarán en correctas condiciones de higiene y situados en lugares llanos y de baja insolación para evitar olores.
- El parque de maquinaria estará bien establecido y delimitado. Se realizarán revisiones periódicas de las máquinas que lo componen, debiendo encontrarse estas siempre en correcto estado. Todas las máquinas tendrán al día sus ITV y marcados CE.
- Se llevará un estricto control de los acopios de materiales a utilizar, evitando la pérdida, abandono y deterioro de materias primas potencialmente aprovechables.
- Los materiales a utilizar se preservarán del deterioro, acopiándolos en zonas protegidas de robos, lluvia, insolación y otros factores degradantes.

- Todos los acopios de material permanecerán limpios y ordenados en todo momento, atendiendo a la separación establecida de cada material como indica la normativa vigente.
- Se vigilará el correcto empleo y uso de los materiales y sus cantidades, evitando derroches.
- Se elegirán siempre que sea posible, materiales sin envolturas y envases innecesarios.
- Los materiales químicos y peligrosos seguirán las pautas específicamente establecidas de acopio de este tipo de materiales.
- Se implantarán las medidas específicas para el almacenamiento de materiales.
- Se dispondrá de los suficientes medios de contención y prevención de derrames, así como de lo necesario para su retirada en caso de que suceda un incidente.
- Con la información contenida en este EGR se elaborará, antes del inicio de los trabajos, un Plan de Gestión de los Residuos (PGR) en el que se concretará cómo se aplicará el presente EGR.

7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Reutilización

Todo material, equipo o máquina, antes de ser considerado residuo, y siempre que sea posible, debe reutilizarse. Es fundamental para conseguir reutilizar al máximo ejercer una correcta planificación y ejecución de los acopios de residuos.

Valorización

Cuando el material, equipo o máquina no pueda reutilizarse, pasará a considerarse residuo y se gestionará a través de una empresa autorizada específica para el residuo, quién lo someterá, siempre que sea posible, a tratamientos de reciclaje apropiados.

Por tanto, todos los residuos de obra serán reciclados siempre que sea posible, en función de su naturaleza, no destinándose ningún residuo a eliminación directa.

Las operaciones de reciclaje a las que sometan los residuos que se produzcan serán las especificadas por los correspondientes gestores en sus autorizaciones y en los documentos de control y seguimiento correspondientes a cada residuo.

Los acopios de estos materiales, sus transportes y gestión se acogerán a lo dispuesto en los correspondientes apartados de acopio, segregación, contenedores y transportes del presente documento y a la normativa específica vigente. Se dispondrá de toda la documentación resultante de la gestión de cada residuo que justifique su trazabilidad y asegure el sometimiento a estos procesos de valorización.

– Para residuos no peligrosos (RNP) los procesos de valorización más comunes, atendiendo a lo regulado en el Anexo II de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, son los siguientes:

- R3: Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas.
- R4: Reciclado o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
- R5: Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- R10: Tratamiento de los suelos que produzca un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos.
- R11: Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10.

– Para los residuos peligrosos (RP) los procesos de valorización más comunes, atendiendo a lo regulado en el Anexo II de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular., son:

- R2: Recuperación o regeneración de disolventes.
- R3: Reciclado/recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes (incluido el compostaje y otros procesos de transformación biológica).
- R5: Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas.
- R7: Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación.
- R11: Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R10.

Eliminación

Tal y como se ha indicado, durante la obra se velará por que ningún residuo se elimine directamente si es viable su valorización previa, y la eliminación siempre

será la última opción para considerar. La eliminación se realizará en vertedero autorizado específicamente diseñado para el tipo de residuo a entregar.

Las operaciones de eliminación efectuadas por cada gestor de residuos y tipo de residuo vendrán determinadas durante la ejecución de la obra, en las autorizaciones y certificados de entrega.

Las operaciones de eliminación que suelen realizarse, atendiendo a lo regulado en el Anexo I de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, son las siguientes:

- D1: Depósito sobre el suelo o en su interior (por ejemplo, vertido, etc.).
- D5: Depósito controlado en lugares especialmente diseñados (por ejemplo, colocación en celdas estancas separadas, recubiertas y aisladas entre sí y del medio ambiente).
- D9: Tratamiento fisicoquímico no especificado en otros apartados del presente anexo y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos numerados D1 a D12.
- D15: Almacenamiento en espera de cualquiera de las operaciones numeradas D1 a D14 excluido el almacenamiento temporal en espera de recogida en el lugar en que se produjo el residuo.

Se revisará y archivará (por un plazo mínimo de 5 años) la documentación justificativa de la trazabilidad de todos los residuos que se destinen a eliminación. Se atenderá a lo dispuesto por la normativa vigente en la materia.

8. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

A continuación, se indica la valoración económica de los gastos derivados de la gestión de los residuos de construcción y demolición del presente Proyecto.

Residuo	Código LER	Actividad origen	Peso (t)	Coste de Gestión (€)	Importe (€)
Envases de papel y cartón	15 01 01	Embalajes de material de equipos tanto paneles solares fotovoltaicos como estructuras, inversores, otros equipos y materiales	12	260	3120
Envases de plástico	15 01 02	Embalajes de material de equipos tanto paneles solares fotovoltaicos como inversores, otros equipos y materiales	1	1000	1000
Envases de madera	15 01 03	Embalajes de material de equipos tanto paneles solares fotovoltaicos como estructuras, inversores, otros equipos y materiales	11,5	120	1380
Hormigón	17 01 01	Restos de hormigón de limpieza de canaletas y sobrante proveniente de vallado, losas de cimentación de inversores, canalización subterránea	3	7	21
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06	17 01 07	Restos mezclados de hormigón de limpieza de canaletas y sobrante proveniente de vallado, losas de cimentación de inversores, canalización subterránea	2	6,5	13

Planta de generación fotovoltaica de 4MW

Plástico	17 02 03	Restos de tubo corrugado canalización eléctrica, línea subterránea MT, peladura de conductor String, BT y MT	0,5	1000	500
Cobre, bronce, latón	17 04 01	Restos conductores de cobre	2	17	34
Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35	20 01 36	Paneles solares rotos durante su manipulación o instalación y otros equipos eléctricos o electrónicos desechados	5,5	20	110
Lodos de fosas sépticas	20 03 04	Recogida de efluentes de baños, vestuarios e instalaciones auxiliares	0,5	45	22,5

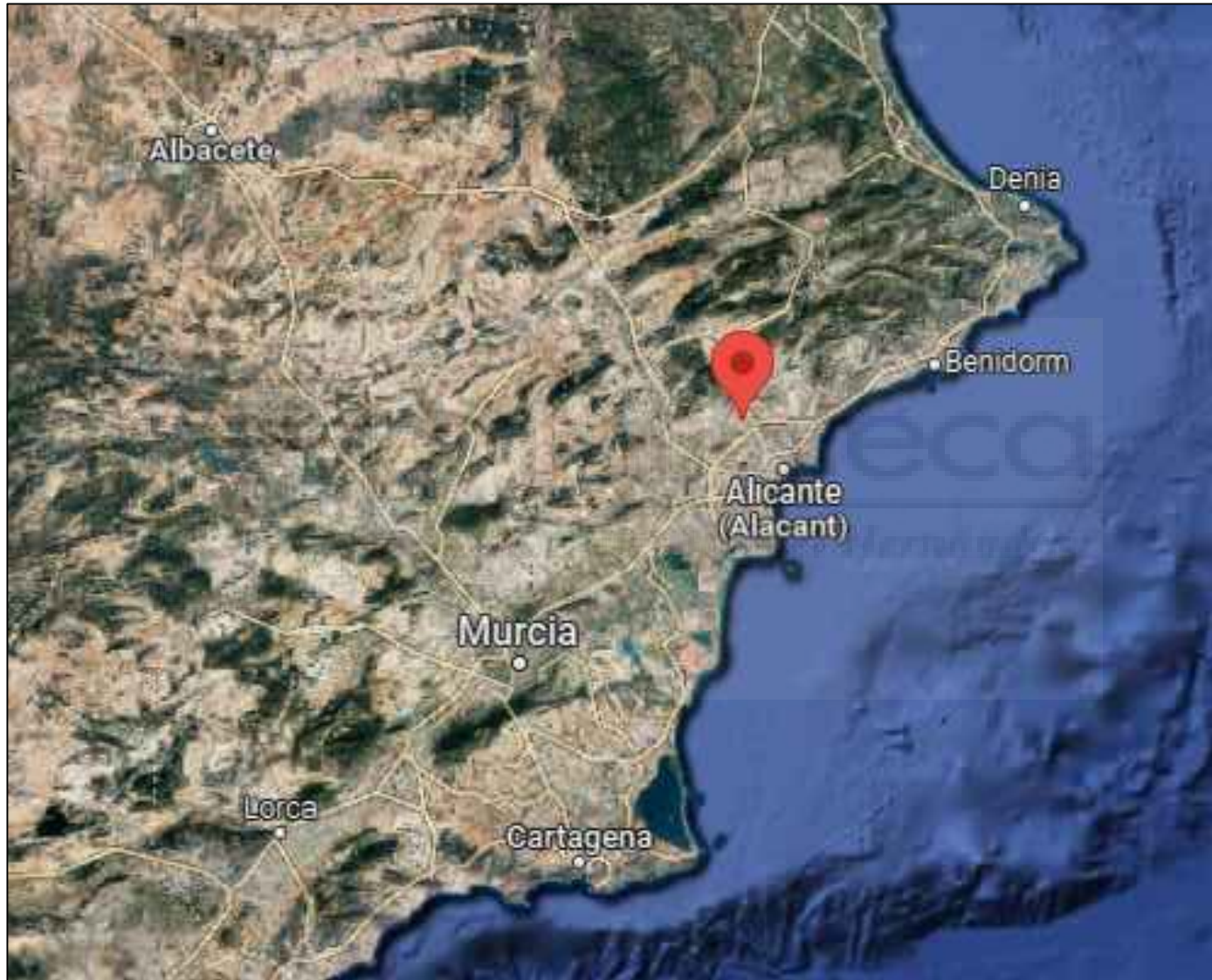
Total					6200,5
-------	--	--	--	--	--------

El coste previsto por la gestión de residuos es de SEISMIL DOSCIENTOS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS.

Planta de generación fotovoltaica de
4MW

PLANOS



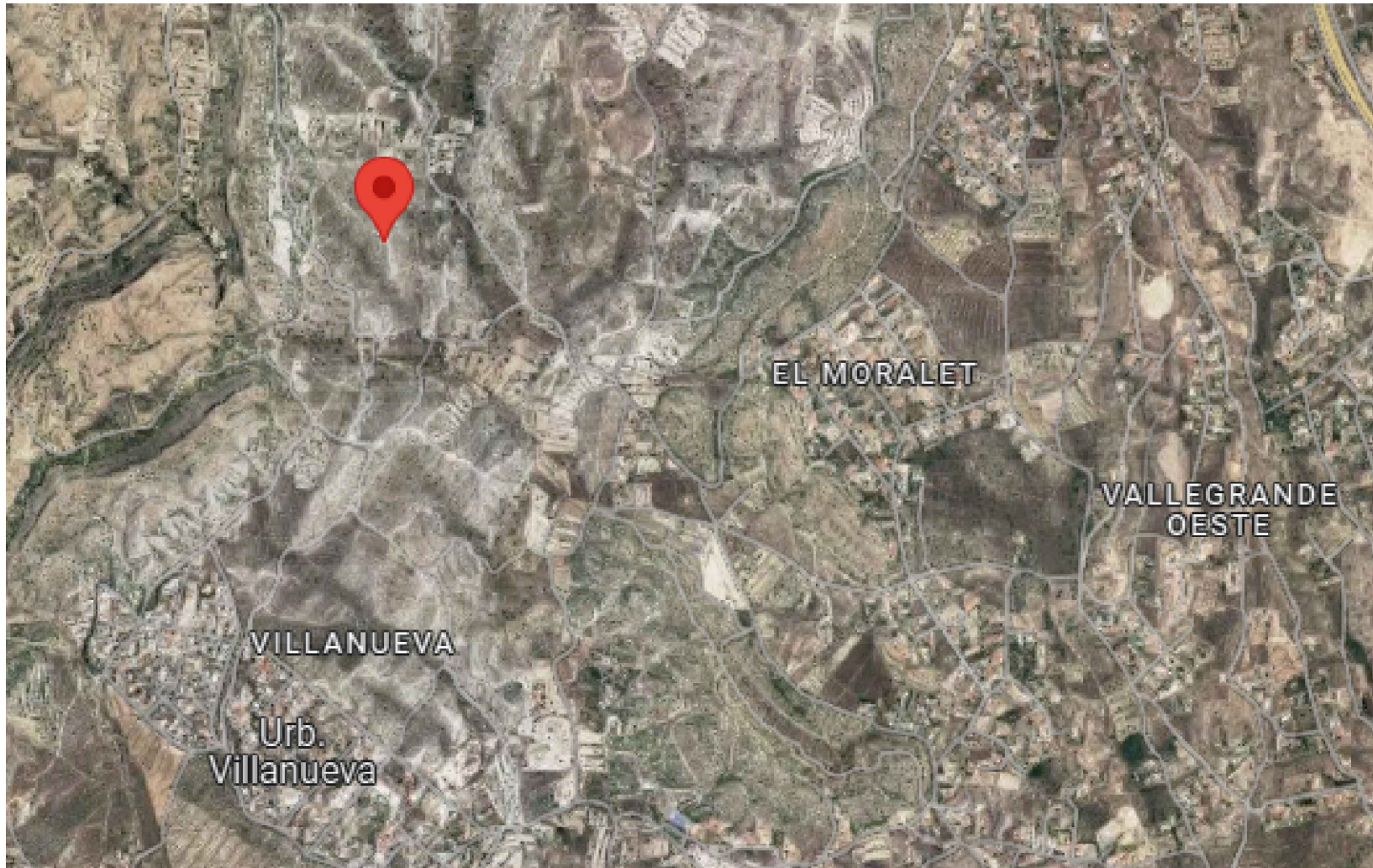


PROYECTO	Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD	Borja Fúnez Galvañ
UBICACIÓN	Alicante, España.



ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS
<ul style="list-style-type: none"> • ACCIONES EN METROS • NIVELES EN METROS • ANO DE TOMAR DATOS A ESCALA DE ESTE PLANO. • ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE OBRAS ADJACENTES Y ESTRUCTURALES, CALIDAD Y COTIZACIÓN DEBEN CONSULTARSE CON LA DIRECCIÓN DE LA OBRA. • EL CLIENTE CONFIETIENDE EL LUGAR DE LA OBRA. ANTES DE EMPEZAR LAS OBRAS SE DEBERÁN CONSULTAR LAS OBRAS ADJACENTES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO DEBEN SER SIEMPRE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER EXPERIENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERPRETACIÓN DE ESTE PLANO CORRESPONDE AL DISEÑO. • ANTES DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INGENIEROS Y DETALLES.

CONTENIDO	
Ubicación	
FECHA	MODIFICACIONES
31/08/2022	EN MTS
PLANO#	
01	de 08



PROYECTO:	Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD:	Borja Fúnez Galvañ
UBICACIÓN:	Alicante, España.

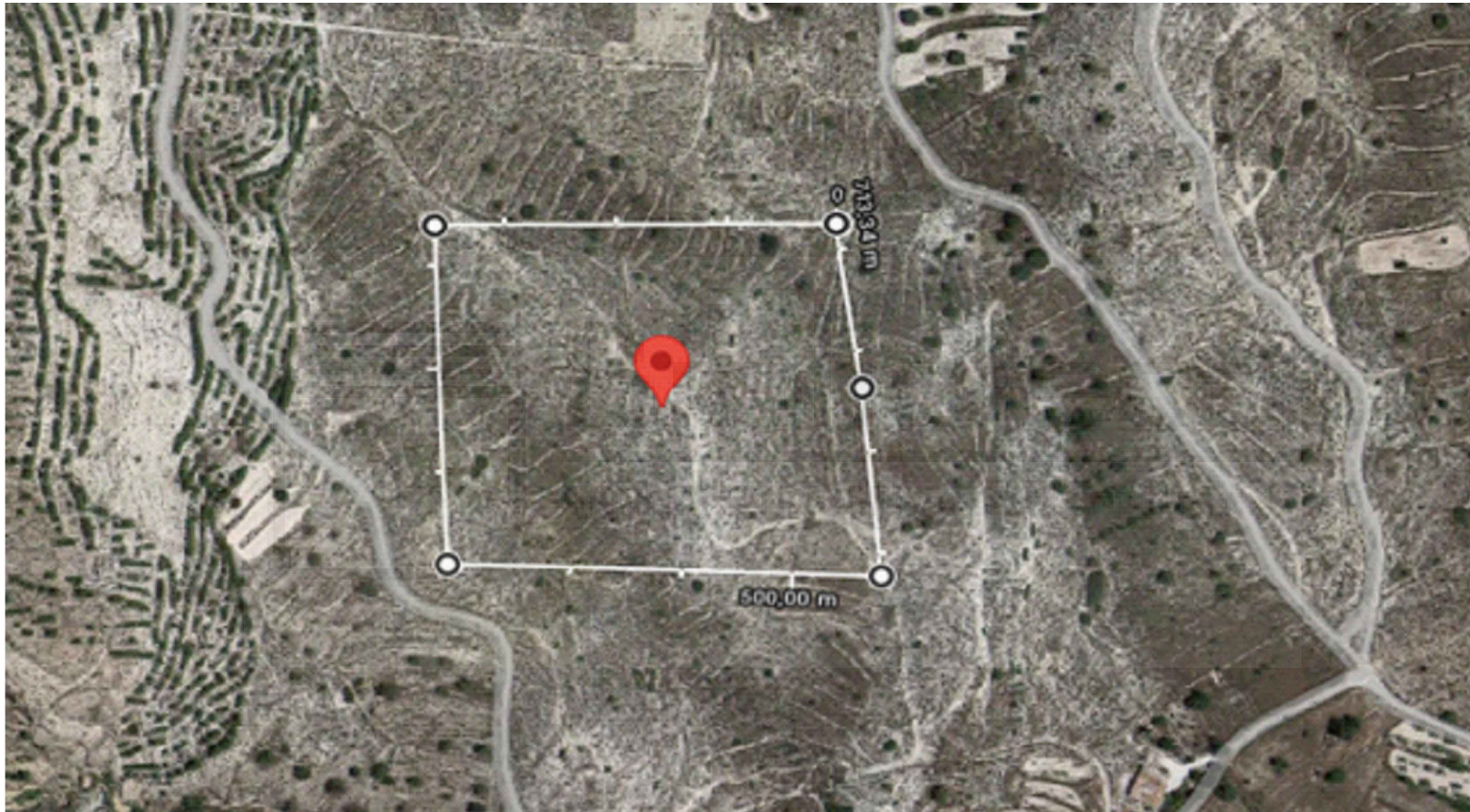


ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

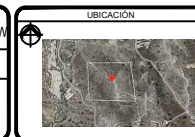
- * NOTACIONES EN METROS.
- * NO SE TOMARÁN COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO.
- * ESTE PLANO DEBEA VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE NOTACIONES Y ESTRUCTURALES.
- * CALCULAR COTAS DE REFERENCIA Y VERIFICAR CON LA DIRECCIÓN DE LA OBRA.
- * EL CONTRATISTA RESPONDE EN EL LUGAR DE LA OBRA.
- * ANTES DE EJECUTAR LAS OBRAS INDICADAS EN ESTE PLANO, DEBE SER CONSULTADA LA INFORMACIÓN DE REFERENCIA CON EL INGENIERO DE OBRAS.
- * ANTES DE EJECUTAR LAS OBRAS INDICADAS EN ESTE PLANO, DEBE SER CONSULTADA LA INFORMACIÓN DE REFERENCIA CON EL INGENIERO DE OBRAS.
- * FAVOR DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INFORMACIÓN Y DETALLES.

CONTENIDO

Ubicación - 2	
FECHA:	31/08/2022
COORDINADOR:	EN MTS
PLANO N°:	02 de 08

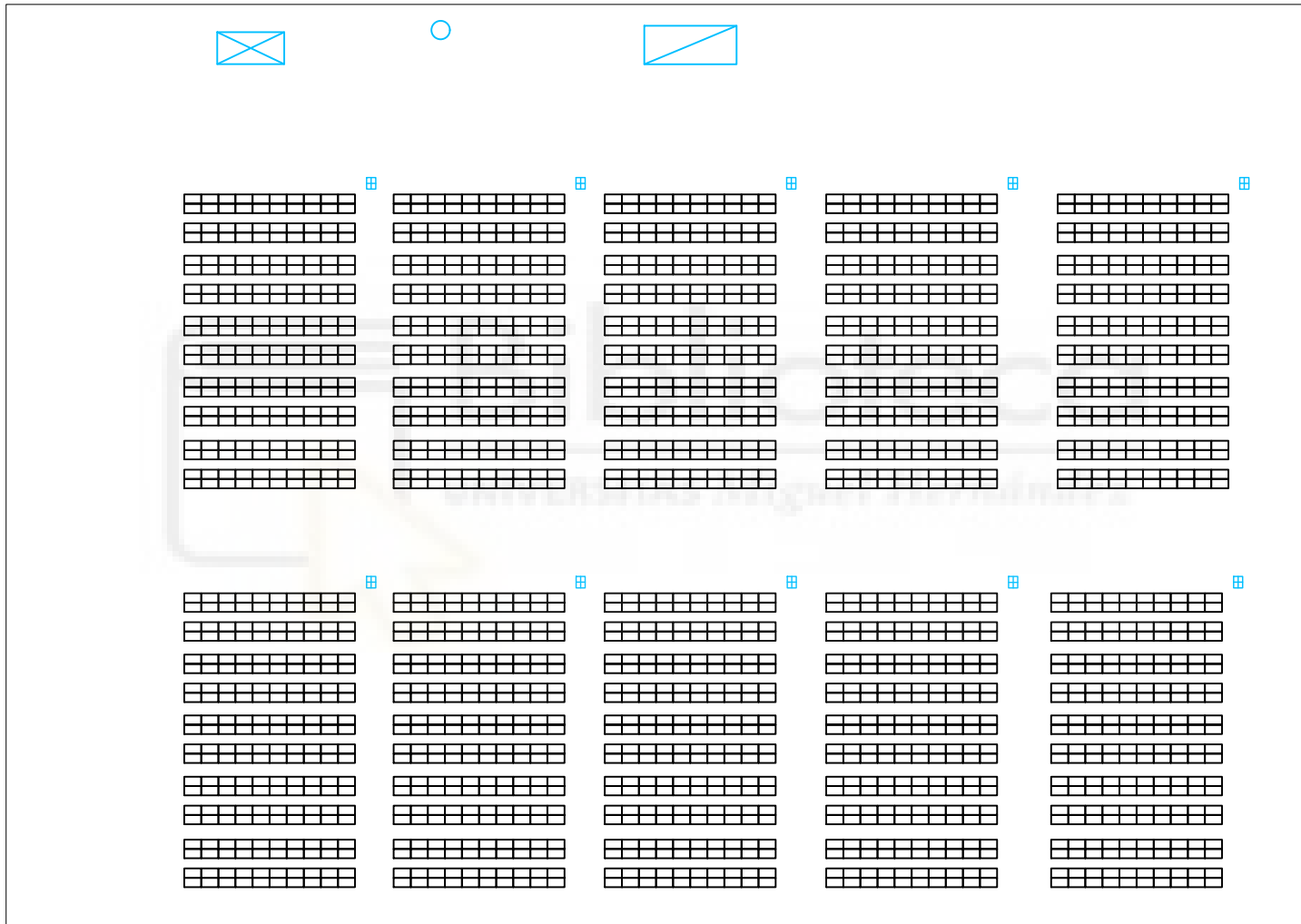


PROYECTO:	Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD:	Borja Fúnez Galvañ
UBICACIÓN:	Alicante, España.



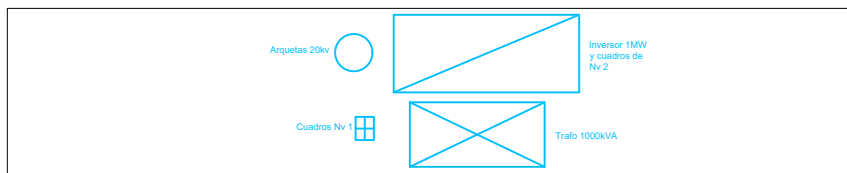
ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS:
<ul style="list-style-type: none"> • ACOTACIONES EN METROS. • VALORES EN METROS. • NO SE TOMARÁN CUOTAS A ESCALA DE ESTE PLANO. • ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS COMPONENTES DE INSTALACIONES Y ESTRUCTURALES. • CUALQUIER MODIFICACIÓN DEBERÁ CONCORDAR CON LA DIRECCIÓN DE LA OBRA. • ANTES DE EJECUTAR LAS OPERACIONES Y AVILES INDICADOS EN ESTE PLANO DEBERÁN ENTENDERSE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, SE CONSULTARÁ CON LA SUPERVISIÓN QUE DE SU PROPIO CONTRATO LE ESTE TRIBUEN. • SE DEBE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INGENIEROS Y DETALLES.

DISEÑO:	
Ubicación - 3	
FECHA:	NOTIFICACIONES:
31/08/2022	EN MTS
PLANO #	
03	de 08



x4

Se está representando solo una parte. El conjunto final sería 4 veces lo mostrado



PROYECTO:
Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD:
Borja Fúnez Galvañ
UBICACIÓN:
Alicante, España.

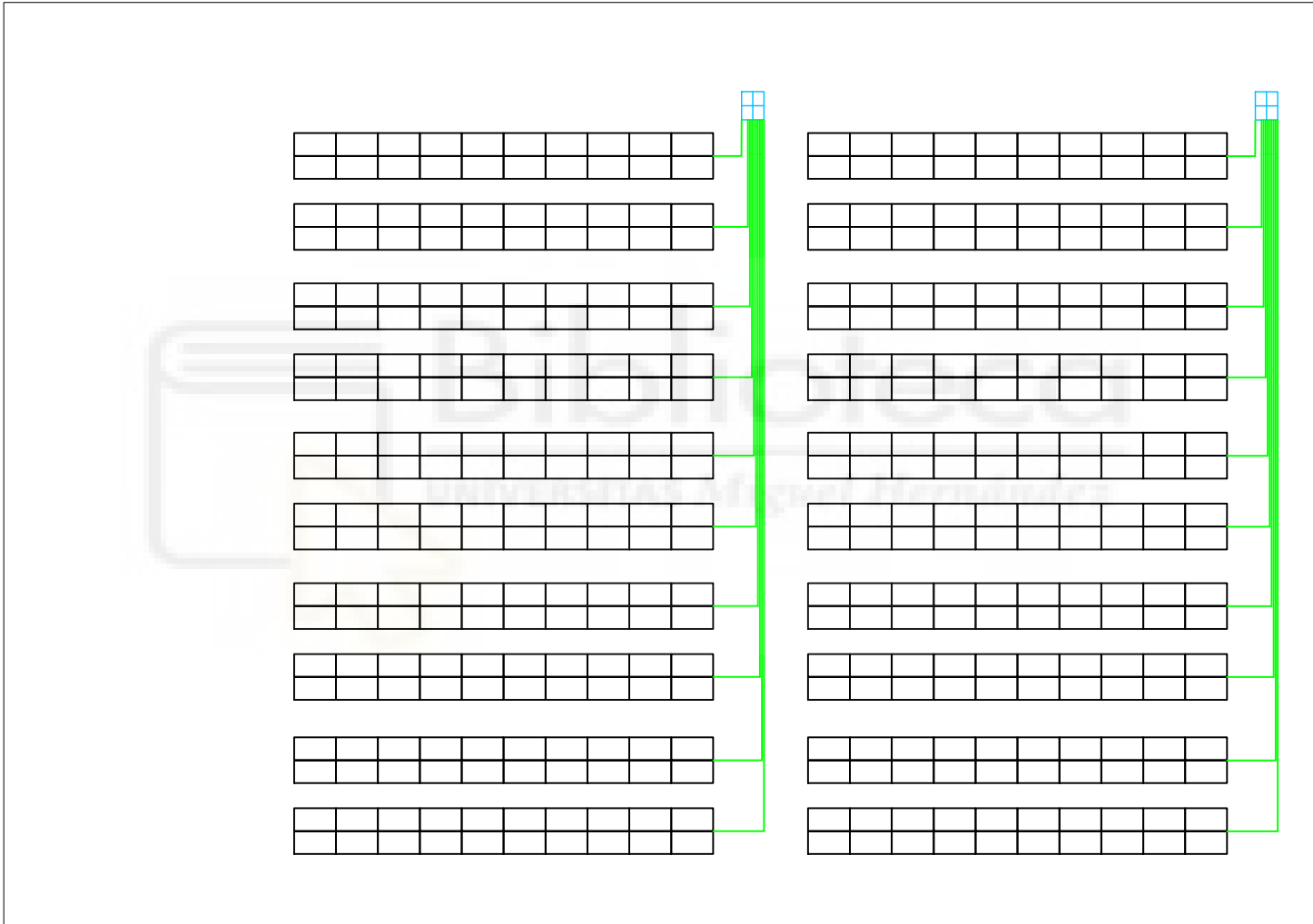


ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- * ACCIONES EN VERDE
- * NO SE TOMARÁ EN CUENTA LA ESCALA DE ESTE PLANO.
- * ESTE PLANO DEBERÁ VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE INSTALACIONES Y ESTRUCTURALES CON LA CORRESPONDENCIA DEBIDA CON LA NORMATIVA DE LA OBRA.
- * EL CONTRATISTA RESPONDE EN EL LUGAR DE LA OBRA, ANTES DE EJECUTAR LAS OBRAS Y ANTES DE INICIAR EN ESTE PLANO, DEBEN DESEÑAR LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA RESPONSABILIDAD DE SU PROPIO CONTROL A ESTE PLANO.
- * FAVOR DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INSTALACIONES Y ESTRUCTURALES.

CONTENIDO:

Plano General	
FECHA: 31/08/2022	MODIFICACIONES: EN MTS
PLANO: 04	DE 08



x5
para
cada
inversor

Se muestran 20 strings de un inversor.

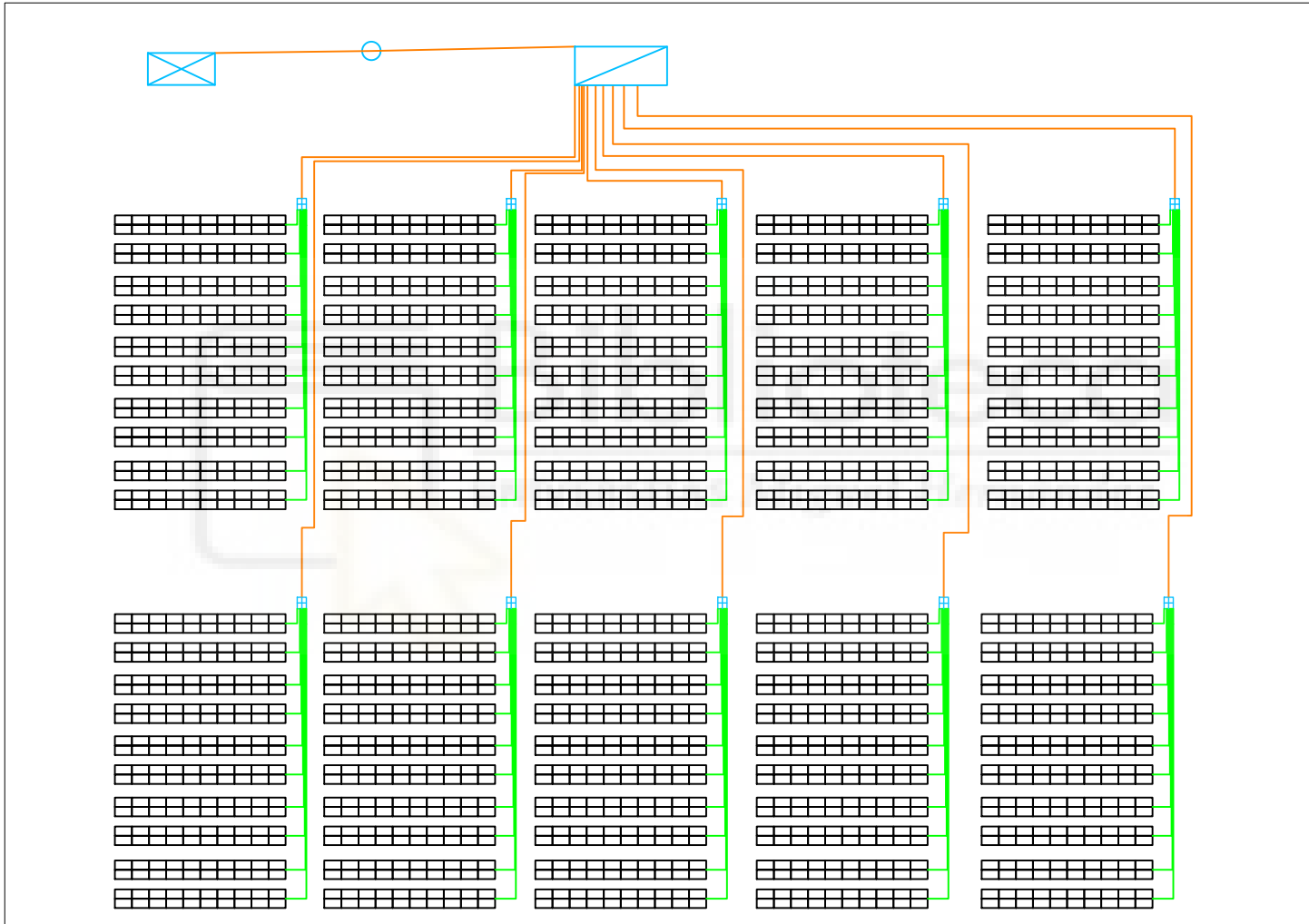


PROYECTO:	Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD:	Borja Fúnez Galvañ
UBICACIÓN:	Alicante, España.



ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS	CONTENIDO
<ul style="list-style-type: none"> • ADOPTACIONES EN METROS. • NO SE TOMARÁ COMO A ESCALA DE ESTE PLANO. • ESTE PLANO DEBE SER REVISADO CON LOS CORRESPONDIENTES DE REGULACIONES Y TÉCNICAS. CUALQUIER DUDAS DEBEN CONSULTARSE CON LA DIRECCIÓN DE LA OBRA. • EL CONTRATISTA DEBE CONFIRMAR EL LUGAR DE LA OBRA, ANTES DE EMPEZAR LAS OBRAS Y VERIFICARLOS EN ESTE PLANO, DEBIDO A QUE EN LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER MODIFICACIÓN DEBE SER CONSULTADA CON LA DIRECCIÓN DE LA OBRA. • FAVOR DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE REGULACIONES Y TÉCNICAS. 	Cableado 1

FECHA:	31/08/2022	EN METRO
PLANO Nº:	05	de 08



x4

Se está representando solo una parte. El conjunto final sería 4 veces lo mostrado



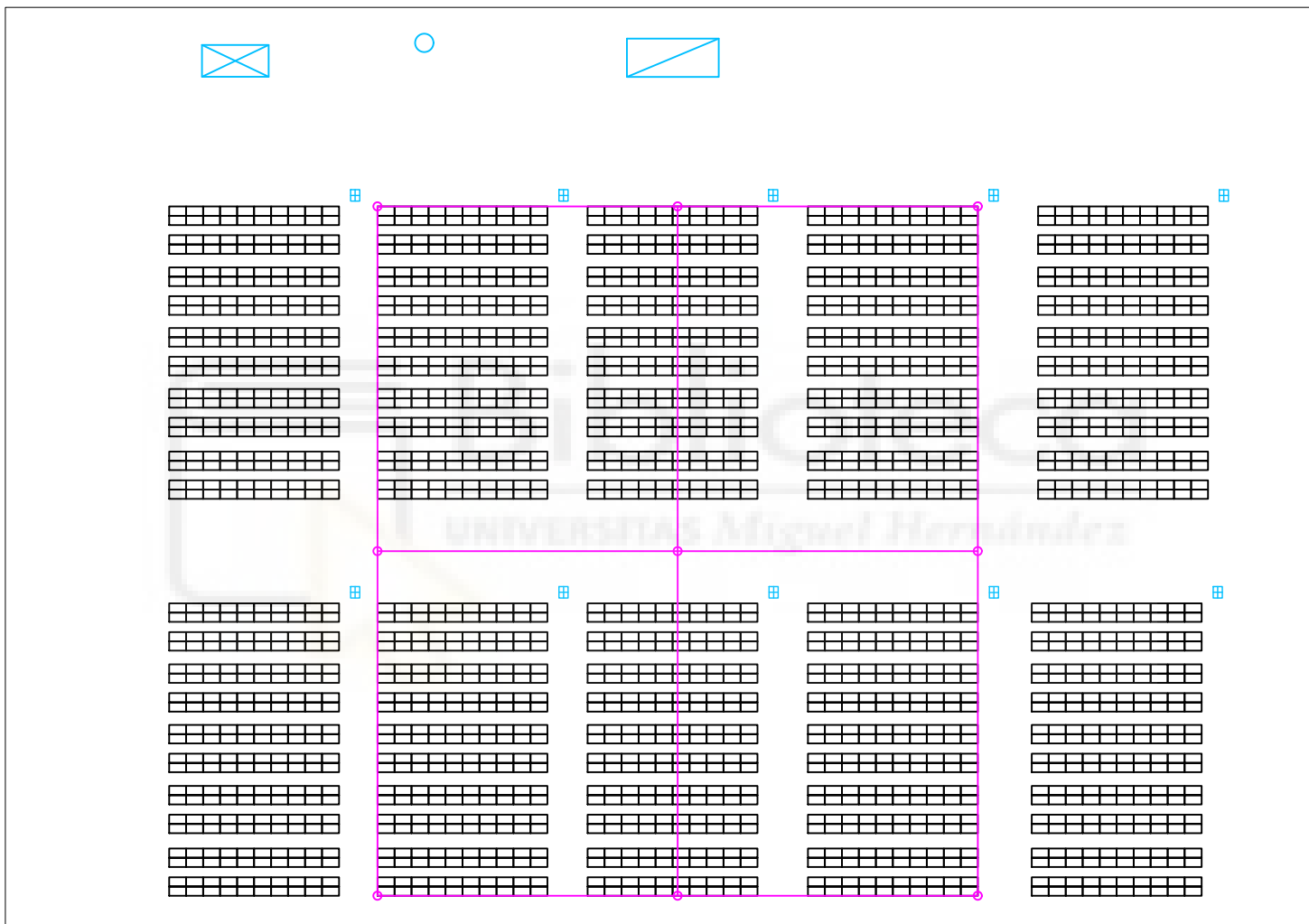
PROYECTO:
Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD:
Borja Fúnez Galvani
UBICACIÓN:
Alicante, España.



ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- INICIADOR EN METROS.
- NIVELES EN METROS.
- PUNTO DE TOMADA COMO A ESCALA DE ESTE PLANO.
- ESTE PLANO DEBEA VERIFICARSE CON LOS CORRESPONDIENTES DE INSTALACIONES Y ESTRUCTURALES.
- CALCULO DE DISTANCIAS ENTRE CABLES CON LA DIRECCION DE LA CORONA.
- EL COMPROBAR SI EXISTEN CABLES EN EL LUGAR DE LA CORONA ANTES DE EJECUTAR LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO DEBENDE. SIEMPRE A LA MEDICION DE LA CORONA CUANDO EXISTA DIFERENCIA QUE HUBIERE. ASI COMO LA IDENTIFICACION DE SI PROPICIONA EN LA CORONA.
- PUNTO DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INGENIEROS Y DETALLES.

CONTENIDO	
Cableado 2	
FECHA: 31/08/2022	REVISIONES: EN MTS
PLANO # 06	de 08



x4

Se está representando solo una parte. El conjunto final sería 4 veces lo mostrado

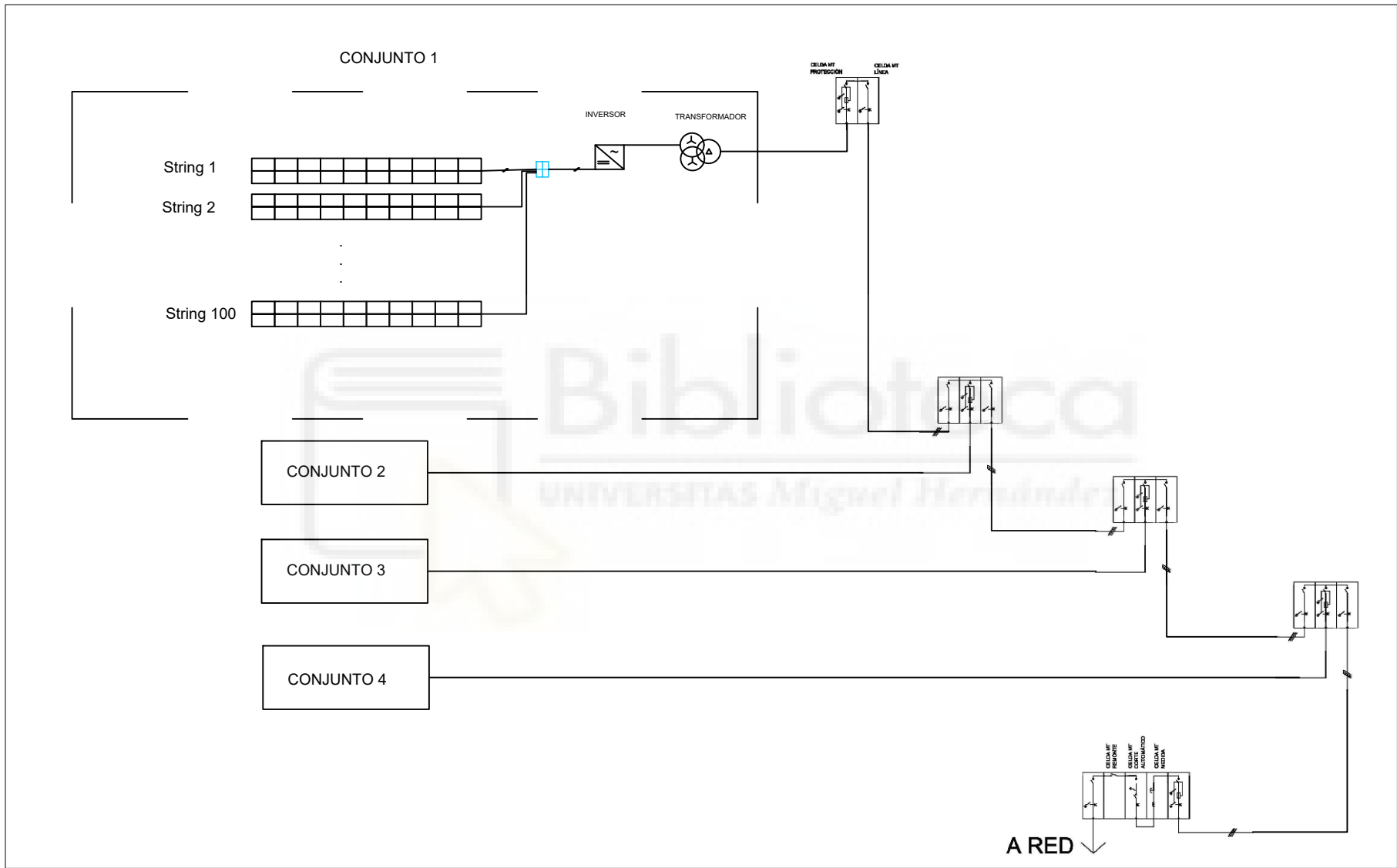


PROYECTO:	Planta de generación fotovoltaica de 4MW
PROPIEDAD:	Borja Fúnez Galvañ
UBICACIÓN:	Alicante, España.



ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS	
<ul style="list-style-type: none"> • ACCIONES EN METROS. • NOTAS EN BREVES. • NO SE TOMARÁ COTAS A ESCALA DE ESTE PLANO. • ESTE PLANO DEBE SER VERIFICADO CON LOS CORRESPONDIENTES DE INDICACIONES Y ESTRUCTURALES, CUALQUIER DISCREPANCIA DEBEA CONSULTAR EN LA DIRECCIÓN DE LA OBRA. • EL CONTENIDO DE ESTE PLANO ES EL DEL LUGAR DE LA OBRA, ANTES DE EJECUTAR. LAS DIMENSIONES Y VÍNELOS INDICADOS EN ESTE PLANO, DEBEN SER SIEMPRE A LA DIRECCIÓN DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERFERENCIA QUE DE EL PUNTO CONTRA A ESTE DISEÑO. • FAVOR DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INGENIERÍA Y DETALLES. 	

CONTENIDO	
Toma a tierra	
FECHA:	31/08/2022
ADICIONALES:	EN MTS
PLANO #	07 de 08



PROYECTO:
Planta de generación fotovoltaica de 4MW

PROPIEDAD:
Borja Fúnez Galvañ

UBICACIÓN:
Alicante, España.



ESPECIFICACIONES / COMENTARIOS

- ACCIONES EN METROS.
- NO SE TRABAJA COMO A ESCALA DE ESTE PLANO.
- ESTE PLANO DEBE SER VERIFICADO CON LOS CORRESPONDIENTES DE INSTALACIONES Y ESTRUCTURALES.
- CON LASER O GPS PARA ASESORAR SOBRE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA.
- EL CONTENIDO IDENTIFICADO EN EL LUGAR DE LA OBRA ANTES DE EJECUTAR LAS DIMENSIONES Y NIVELES INDICADOS EN ESTE PLANO DEBE SER IDENTIFICADO A LOS CORRESPONDIENTES DE LA OBRA CUALQUIER DIFERENCIA QUE HUBIERE, ASÍ COMO LA INTERFERENCIA DE OTRAS OBRAS DEBE SER IDENTIFICADA EN ESTE DIBUJO.
- PASE DE REVISAR ESTE PLANO CON SUS CORRESPONDIENTES DE INGENIERIA Y DETALLES.

CONTENIDO

Esquema unifilar

FECHA: 31/08/2022	MODIFICACIONES: EN MTS
PLANO # 08	DE 08