PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO CON BATERÍA SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED DE 110 kW

"PARQUE LEIOA"

SOBRE CUBIERTAS UBICADO EN LEIOA (BIZKAIA)

LOCALIZACION: Edificio Sede, Parque Científico UPV/EHU, Bº Sarriena 48940 Leioa (Bizkaia)

TITULAR: PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE BIZKAIA (A48177752)
Ibaizabal Bidea, 101
48170 Zamudio (Bizkaia)

PROYECTISTA: IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
Ingenierio Industrial Superior
COIIB Nº Colegiado: 6.995

VAN-KONINGSLOO FERNANDEZ, IÑIGO (AUTENTICACIÓN)
Firmado digitalmente por VAN-KONINGSLOO FERNANDEZ, IÑIGO (AUTENTICACIÓN)
Fecha: 2024.03.08 08:53:42 +01'00'

EUSKADIKO PARKE TEKNOLOGIKOA

ÍNDICE GENERAL

I. MEMORIA

II. CÁLCULOS

III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

IV. PRESUPUESTO

V. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

VI. ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS

VII. PLANOS

VIII. ANEXO – PLAZO ESTIMADO

I. MEMORIA

INDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO 3
2. TITULAR y CLIENTE 3
3. AUTOR DEL PROYECTO 3
4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO 4
5. REGLAMENTACIÓN APLICABLE 4
6. INTRODUCCIÓN 5
6.1. Actividad 5
6.2. Composición de la instalación 7
7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EQUIPOS INSTALADOS 7
7.1. Grupo generador fotovoltaico 8
7.1.1. Módulos fotovoltaicos 8
7.1.2. Elementos de sujección 8
7.2. Inversor 9
7.2.1. Ubicación del inversor 11
7.3. Bateria 12
7.4. Línea eléctrica en Baja Tensión 12
7.4.1. Línea de corriente continua 12
7.4.2. Línea de corriente alterna 12
7.4.3. Conductores 12
7.4.4. Canalizaciones 17
7.4.5. Recorrido líneas eléctricas 17
7.5. Protecciones 18
7.6. Sistema Anti-vertido 21
8. REQUIRIMIENTO DE MONITORIZACIÓN 22
9. EVALUACIÓN CUANTIFICADA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA QUE VA A SER PRODUCIDA 23
9.1. Estudio de generación mediante programa PVGIS 24
10. PUNTO PARA EFECTUAR LA CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN 27
11. CONCLUSIONES 27

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una instalación eléctrica para una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo con batería sin excedentes de 117,51 kWp instalados y 110 kW nominales a la salida del inversor. Además, recopila todos los datos técnicos y documentarios necesarios para la obtención de las diferentes licencias administrativas así como detallar todo lo necesario para la correcta ejecución de la instalación.

En este proyecto solo se contempla la parte correspondiente a la instalación de Baja Tensión y terminará en el punto de conexión situado en el cuadro general de Baja Tensión de la instalación del titular, que se encuentra ubicado en el cuarto eléctrico del edificio.

2. TITULAR y CLIENTE

TITULAR:

PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE BIZKAIA

CIF: A48177752

DIRECCIÓN: Ibaizabal Bidea, 101 – 48170 Zamudio

CLIENTE:

PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE BIZKAIA

CIF: A48177752

DIRECCIÓN: Ibaizabal Bidea, 101 – 48170 Zamudio

3. AUTOR DEL PROYECTO

IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ – Ingeniero Industrial Superior
Colegiado N° 6.995 del Colegio de Ingenieros Industriales de Bizkaia

4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La instalación solar conectada a red tratada en esta memoria irá ubicada sobre la cubiertas del Edificio Sede del Parque Científico situado en Leioa, Bizkaia.

Parte del generador fotovoltaico irá con estructura lastrada en la pare de la cubierta plana, la cual ira inclinada de 10º con respecto a la horizontal, y orientado con 18º de Azimut.

La otra parte, la que se instalará sobre una estructura inclinada, la parte del pasillo tendrá una inclinación de 32º y la parte frontal tendrá una inclinación de 72° y una orientación Azimut de 18º.

5. REGLAMENTACIÓN APLICABLE

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento de Baja Tensión.
- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- DECRETO 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.Resolución de 31 de Mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2016 y se aprueban determinadas instalaciones tipo y parámetros retributivos de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 647/2011, de 9 de mayo, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto Ley 5/2005, de 11 de marzo, de reformas urgentes para el impulso a la productividad y para la mejora de la contratación pública.
- Normas Particulares de la compañía distribuidora donde se llevará a cabo el punto de conexión.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red de Octubre del 2002, publicado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético.
- 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 Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- 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 900/2015, de 9 de octubre por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Pliego de condiciones técnicas IDAE PCT-C-REV - julio 2011
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

6. INTRODUCCIÓN

6.1. Actividad

Una vez instalado el generador fotovoltaico, la actividad a desarrollar será además, la de generar energía eléctrica con una potencia pico del campo fotovoltaico de 117,51 kWp y 100 kW nominal, que posteriormente será utilizada para autoconsumo de la propia instalación según Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

6.2. Composición de la instalación

La instalación estará formada por 183 módulos solares fotovoltaicos de 570 Wp y 30 módulos de 440 Wp.

Ver anexo PLANOS.

El acoplamiento de la energía producida a la red de distribución se realizará mediante dos inversores de 50 kW y uno de 10 kW, cumpliendo con lo establecido en los Reales Decretos 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 y 244/2019, de 5 de abril por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

7. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EQUIPOS INSTALADOS

La instalación fotovoltaica se puede dividir en los siguientes elementos:

- Grupo generador fotovoltaico:
  1. Módulos fotovoltaicos
  2. Elementos de sujección
- Inversores
- Batería
- Línea eléctrica en BT (continua y alterna)
  1. Conductores
  2. Canalizaciones
- Protecciones
  - Incorporadas en el inversor
  - Protecciones adicionales
  - Puesta a tierra
- Sistema anti-vertido

7.1. Grupo generador fotovoltaico

7.1.1. Módulos fotovoltaicos

Para la instalación proyectada los módulos deberán de ser compuestos por células monocristalinas y similares tanto en especificaciones como en calidad al módulo propuesto, con una garantía combinada de 8 años.

El generador fotovoltaico constará de **183 módulos** de 570 Wp de potencia pico y **30 módulos** de 440 Wp de potencia pico, elaborados con células monocristalinas de silicio, que irán dispuestos sobre la cubierta y con la misma orientación que se muestra en los planos.

Dado que el generador es en sí una instalación en baja tensión, que comprende desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor, todo en **corriente continua**, nos ajustaremos al REBT para su dimensionado.

7.1.2. Elementos de sujección

Como elemento de sujección de los módulos solares, en la cubierta plana se utilizará una estructura autoportante fabricada en aluminio y que utiliza lastres de hormigón para fijar la estructura a la cubierta del edificio.

Para el resto de módulos se utilizará una estructura fabricada en aluminio colocada cubriendo la viga ya existente en la cubierta y que como método de sujección utiliza tornillos rosca chapas para fijar la estructura a la cubierta del edificio.



Viga situada en la cubierta.

Se adjuntan planos donde se puede observar las caracaterísticas de este tipo de estructuras.

Actualmente existe una línea de vida en la parte frontal del edificio. Dicha línea de vida quedaría inutilizada una vez montados los paneles solares. Por este motivo habría que desmontarla antes de poner los paneles frontales y volverla a montar en una situación inferior a la actual una vez instalados los paneles fotovoltaicos. Durante el proceso de montaje de la estructura y los paneles solares será necesario montar una línea de vida provisional para la ejecución de los trabajos.



Linea de vida en la cubierta.

7.2. Inversores

El inversor es un elemento indispensable en una instalación fotovoltaica conectada a red. Los paneles fotovoltaicos generan electricidad en corriente continua (CC), pero, para poder verter esta energía a la red tenemos que transformarla en corriente alterna (CA), con las características que la red imponga en cada caso, dependiendo del punto de conexión. En España la frecuencia de la red es de 50 Hz y el voltaje depende del punto de conexión.

Dos de los inversores deberán de ser de una potencia nominal de 50 kW. El tercero deberá ser de una potencia nominal de 10 kW e híbrido para permitir la gestión y la carga y descarga de la batería de litio.

Se caracterizan por ser tecnológicamente muy avanzados y cumplir con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión según establece el 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.

Las principales características de los inversores se muestran en sus correspondientes fichas técnicas.

Además, el inversor híbrido, deberá de ser compatible con baterías de Litio de alto voltaje.

Estos inversores cumplen con todas las normas y directrices de seguridad aplicables:

- Marcado CE.
- Directiva EMC EN 61000_6_2 y EN 61000_6_3.
- Directiva de Baja Tensión EN 50178.
- Posibilidad de desconexión manual.
- Conforme a RD 1699/2011 y RD 900/2015

Protecciones:

- Contra polarización inversa de CC.
- Resistencia al cortocircuito de CA.
- Monitorización de la toma a tierra.
- Monitorización de red.
- Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal.
- Protección de clase I según IEC 62109-1.
- Categoría III de sobretensiones en AC. Y II en CC.
- Descargador de sobretensiones de CC: DPS tipo II.
- Sobretemperatura en el equipo.
- Protección Anti-isla.

En el **Documento 2: Cálculos,** en el apartado **2. CÁLCULOS DE CADENAS DE MÓDULOS (STRINGS)** se justifica la correcta dimensión de los strings.

Configuración para el inversor 1 de 50 kW:

- 2 strings de 15 módulos de 570 Wp en serie para los MPPT 1 y 3
- 1 string de 16 módulos de 570 Wp en serie para el MPPT 2.
- 1 string de 15 módulos de 570 Wp en serie para el MPPT 4.

Configuración para el inversor 2 de 50 kW:

- 2 strings de 16 módulos de 570 Wp en serie para el MPPT 1.

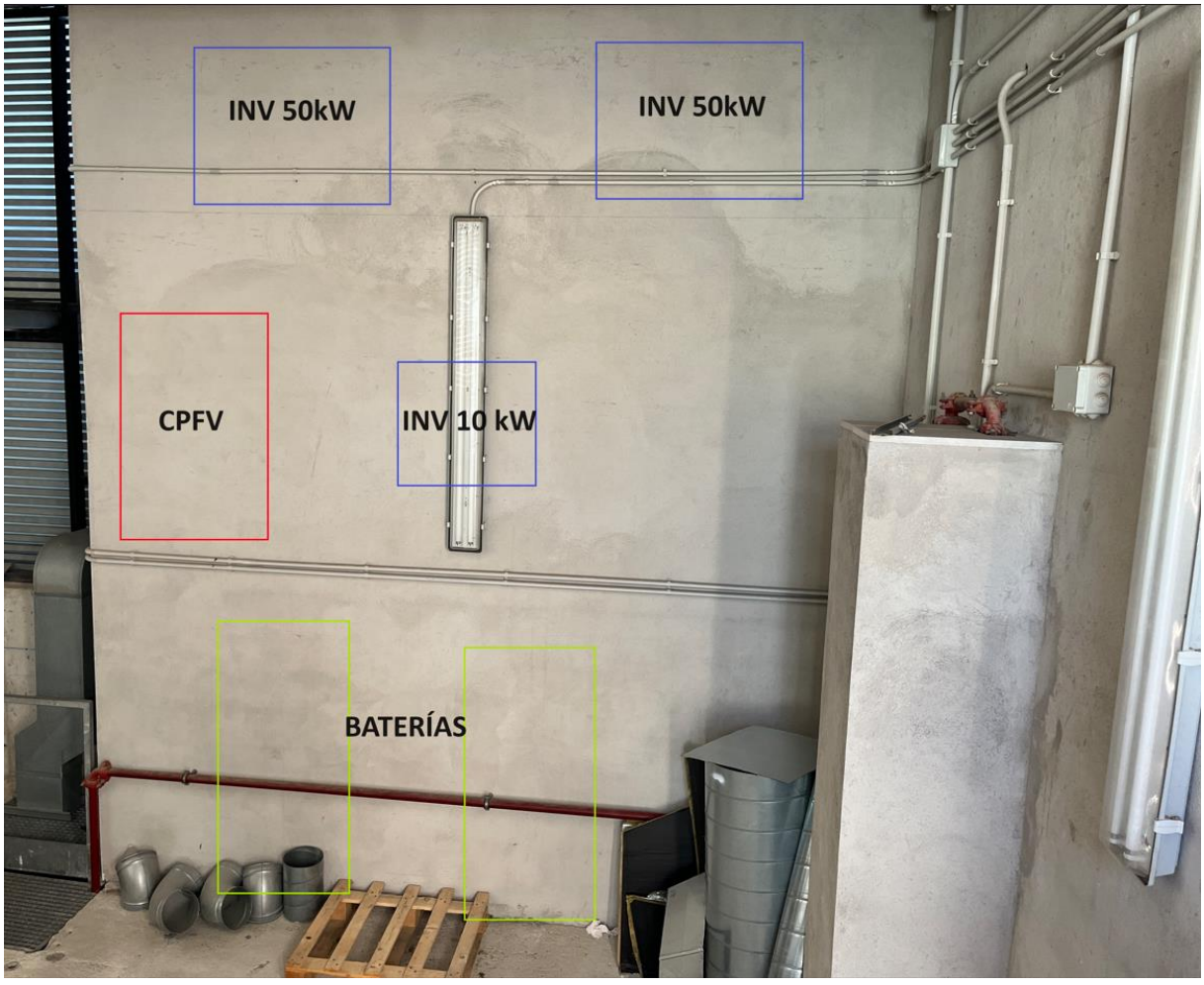
- 1 string de 16 módulos de 570 Wp en serie para los MPPT 2 y 3.
- 2 strings de 14 módulos de 570 Wp en serie para el MPPT 4.

Configuración para el inversor 3 de 10 kW:

- 1 string de 15 módulos de 440 Wp en serie para los MPPT 1 y 2.

7.2.1. Ubicación de los inversores

Los inversores se ubicarán en el interior de la cubierta, en la pared desde donde se vendrá con los strings de continua junto a la caja de proteccción fotovoltaica tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Croquis ubicación inversores.

En el plano de instalación se muestra la ubicación de los inversores

7.3. Bateria

La batería elegida es, de litio de alto voltaje y con una acumulación de 30kWh de energía. Consta de dos módulos de 15 kWh.

7.4. Línea eléctrica en Baja Tensión

La línea eléctrica de Baja Tensión, se divide en las siguientes partes:

7.4.1. Línea de corriente continua

Entre los módulos fotovoltaicos ubicados en las cubiertas del edificio y el inversor los conductores que serán conducidos de forma separada uno correspondiente al polo positivo (cable rojo) y otro al polo negativo (cable negro) se realizará por tubo, evitando que el cableado y los conectores entren en contacto con la superficie. Dicha canalización irá identificada como conductores fotovoltaicos.

La línea entre la batería y el inversor híbrido se realizará bajo tubo y bandeja aislante.

7.4.2. Línea de corriente alterna

Entre el inversor ubicado en la zona de técnica tal y como se define en el apartado anterior hasta la caja de protección fotovoltaica (CPfv) ubicada en la misma zona se realizará con rejiban, vista.

Desde la CPfv hasta el punto de conexión ubicado en el cuadro general de baja tensión (CGBT) del titular ubicado en el cuarto eléctrico tal y como se muestra en los planos, la conducción de los conductores se ralizará también mediante rejiban, oculta en el falso techo.

Por la rejiban se llevará un conductor desnudo de cobre de 16 mm^2 de sección como conductor de protección de la misma.

7.4.3. Conductores

La instalación, cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto 1955/2000, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

Se utilizará cable de cobre (Cu) flexible unipolar, con aislamiento XLPE 0,6/1KV y cubierta de RZ1-K (AS). La sección de cada tramo de cableado se dimensionará con la intención de

minimizar las caídas de tensión en todos los tramos. Se debe asegurar que las pérdidas por caída de tensión en cables y cuadros de conexión sean inferiores al 1,5% entre la generación y el punto de conexión.

La longitud del cable instalado será la mínima que permita la correcta disposición de los paneles sobre la estructura sin sufrir esfuerzos en ningún punto. Además, todos los cables serán adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados, cumpliendo así la norma UNE 21123.

Según AENOR EA 0038, para el cable de string se utilizará cable del tipo FOTOVOLTAICO ZZ-F. Esto es, cable destinado especialmente a usos fotovoltaicos (FOTOVOLTAICO), cubierto con mezcla de compuesto reticulado con baja emisión de humo y gases corrosivos (ZZ) y conductor de cobre flexible para instalación móvil (F).

Los conductores serán de cobre y se dimensionarán cumpliendo los siguientes criterios:

- **Capacidad térmica**
  - Entre módulos FV e inversor: según indica la ITC-BT19 del REBT y norma UNE 20.460-5-523:2004. La intensidad máxima admisible para el tipo de cable y sección elegida, tiene que ser superior a la intensidad nominal que circula por dicho conductor.
  - Entre inversor y punto de conexión: según indica la ITC-BT40 del REBT y la norma UNE 20.460-5-523:2004. La intensidad máxima admisible para el tipo de cable y sección elegida, tiene que ser superior al 125 % de la intensidad máxima que circula por dicho conductor.
- **Caída de tensión máxima**
  - Entre los módulos y el inversor (CC): **1,5%** atendiendo a la guia del IDAE.
  - Entre el inversor (generación) y punto de conexión: **1,5%** atendiendo al REBT, instrucción ITC-BT-40 sobre instalaciones generadoras en baja tensión.

La caída de tensión se ha estimado en función de la siguiente fórmula válida para corriente continua y alterna monofásica:

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

- P = Potencia en W del campo generador fotovoltaico.
- L = Longitud del conductor.
- U = Tensión a máxima potencia en voltios del campo generador fotovoltaico.

- S= Sección del conductor en mm^2.
- ρ = Resistividad del cobre a 70ºC = $2,0833 \cdot 10^{-2}$ $\Omega \cdot mm^2/m$.

Para la parte de alterna trifásica la fórmula escogida es:

$$\Delta V = \frac{\rho L \cdot P}{SU}$$

- P = Potencia nominal en W del inversor.
- L = Longitud del conductor.
- U = Tensión a máxima potencia en voltios (400 V para alterna trifásica).
- S= Sección del conductor en mm^2.
- ρ = Resistividad del cobre a 70ºC = $2,0833 \cdot 10^{-2}$ $\Omega \cdot mm^2/m$.

Línea de continua:

Los cálculos de sección se realizarán sobre el circuito más desfavorable siendo éste el más alejado del inversor. Además, debido a la agrupación de conductores en dicha bandeja, se toma el caso más restrictivo y se aplica un coeficiente de corrección de 0,4.

El conductor elegido será **de cobre de 6 mm^2** de sección con aislamiento ZZ-F 1,8kV.

Para **la canalización** se seguirán las especificaciones de la ITC-BT-21. Se trata de canalización fija en superficie que alberga los conductores de 6 mm^2 hasta el inversor, según norma EN 61537:2001, y sección en base al número de conductores.

Las masas metálicas de los modulos y la estructura irán conectadas a tierra mediante un conductor de protección equipotencial de 6 mm^2 de sección mínima.

String 15 – Inversor 50kW	
Sección elegida (mm^2)	**6**
Longitud (m)	**70**
Potencia máxima inversor (W)	**9.120**
Tensión (V)	**935,63**
1.CRITERIO CAPACIDAD TÉRMICA	
Intensidad nominal (A) (para cosϕ = 1)	**14,18**
v1,25 * Intensidad nominal (A)	**19,85**
Intensidad admisible (A)	**22,05 (*)**
Cumplimiento 1	SÍ **(19,85 < 22,05)**
2. CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN	
Caída de tensión (V)	**7,27 V**
	ΔV total = 0,78%

(*) Según UNE-HD 60364-5-52 y aplicando coeficiente de corrección de 0,45.

Entre la batería de litio de alto voltaje y el inversor híbrido, el conductor elegido será de **cobre de 6 mm^2** de sección

con aislamiento XLPE 0,6/1KV y cubierta RZ1-K para el positivo y negativo.

Batería 30kWh – Inversor 3-10kW	
Sección elegida (mm²)	**6**
Longitud (m)	**4**
Potencia máxima inversor (W)	**10.000**
Tensión (V)	**600**
1.CRITERIO CAPACIDAD TÉRMICA	
Intensidad nominal (A) (para cosϕ = 1)	**16,67**
v1,25 * Intensidad nominal (A)	**20,83**
Intensidad admisible (A)	**49 (*)**
Cumplimiento 1	SÍ **(20,83 < 49)**
2. CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN	
Caída de tensión (V)	**0,49 V**
	ΔV total = 0,08%

(*) Según UNE-HD 60364-5-52 y aplicando coeficiente de corrección de 1.

Línea de alterna

Distinguimos dos tramos con configuraciones diferentes:

Tramo entre el inversor de 50 kW y CPfv

Se utilizarán 4 conductores unipolares de cobre **de 50 mm² de sección** con aislamiento XLPE 0,6/1KV y cubierta RZ1-K (R+S+T+N+) y 1 conductor de **50 mm² de sección** como conductor de protección (TT).

Las masas metálicas del inversor y demás partes metálicas irán conectadas a tierra mediante el conductor de protección equipotencial de **16 mm²** de sección mínima.

En la siguiente tabla se recogen los diámetros de la sección escogida para la línea de alterna y la verificación del cumplimiento del criterio de capacidad térmica y de caída de tensión.

Inversor -50 kW – CPfotovoltaica	
Sección elegida (mm²)	**50**
Longitud (m)	**3**
Potencia máxima inversor (W)	**55.000**
Tensión (V)	**400**
1.CRITERIO CAPACIDAD TÉRMICA	
Intensidad nominal (A) (para cosϕ = 1)	**79,39**
v1,25 * Intensidad nominal (A)	**99,23**
Intensidad admisible (A)	**120,8 (*)**
Cumplimiento 1	SÍ **(99,23 < 120,8)**
2. CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN	
Caída de tensión (V)	**0,30 V**
	ΔV total = 0,08%

(*) Según UNE-HD 60364-5-52

La potencia máxima capaz de suministrar un inversor de 50 kW de potencia nominal es 55 kW.

Tramo entre el inversor de 10 kW y CPfv

Se utilizarán 4 conductores unipolares de cobre **de 6 mm² de sección** con aislamiento XLPE 0,6/1KV y cubierta RZ1-K (R+S+T+N+) y 1 conductor de **6 mm² de sección** como conductor de protección (TT).

Las masas metálicas del inversor y demás partes metálicas irán conectadas a tierra mediante el conductor de protección equipotencial de **6 mm²** de sección mínima.

En la siguiente tabla se recogen los diámetros de la sección escogida para la línea de alterna y la verificación del cumplimiento del criterio de capacidad térmica y de caída de tensión.

Inversor -10 kW – CPfotovoltaica	
Sección elegida (mm²)	**6**
Longitud (m)	**3**
Potencia máxima inversor (W)	**11.000**
Tensión (V)	**400**
1.CRITERIO CAPACIDAD TÉRMICA	
Intensidad nominal (A) (para cosϕ = 1)	**15,88**
v1,25 * Intensidad nominal (A)	**19,85**
Intensidad admisible (A)	**32,8 (*)**
Cumplimiento 1	SÍ **(19,85 < 32,8)**
2. CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN	
Caída de tensión (V)	**0,3 V**
	ΔV total = 0,08%

(*) Según UNE-HD 60364-5-52

La potencia máxima capaz de suministrar un inversor de 10 kW de potencia nominal es 11 kW.

Tramo entre CPfv y punto de conexión

Se utilizarán 4 conductores unipolares de cobre **de 95 mm² de sección** con aislamiento XLPE 0,6/1KV y cubierta RZ1-K (R+S+T+N+) y 1 conductor de **50 mm² de sección** como conductor de protección (TT).

CPfotovoltaica– Pto. Conexión	
Sección elegida (mm²)	**95**
Longitud (m)	**80**
Potencia máxima inversor (W)	**121.000**
Tensión (V)	**400**
1.CRITERIO CAPACIDAD TÉRMICA	
Intensidad nominal (A) (para cosϕ = 1)	**174,65**
1,25 * Intensidad nominal (A)	**218,31**
Intensidad admisible (A)	**234 (*)**
Cumplimiento 1	SÍ **(218,31 < 234)**
2. CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN	
Caída de tensión (V)	**5,81 V**
	ΔV total = 1,40%

(*) Según UNE-HD 60364-5-52 y aplicando coeficiente de corrección

La caída de tensión total desde la generación hasta el punto de conexión es de **1,48%** que es menor al 1,5% indicado en el REBT.

7.4.4. Canalizaciones

Las canalizaciones para los conductores de corriente continua será mediante tubos. Con una resistencia de compresión de 4 kN, una resistencia al aislamiento superior a 100 MΩ a 500 V y un grado de protección de IP 67.

Siguiendo con las características de la Tabla 1 de la ITC-BT-21 para tubos y canales protectoras. Cumpliendo así con la norma UNE-EN 50.086-2-1, para tubos rígidos y UNE-EN 50.086 -2-2, para tubos curvables.

7.4.5. Recorrido líneas eléctricas

Desde los módulos ubicados en la cubierta hasta el inversor ubicado en el interior de la cubierta, las canalizaciones irán por la la cubierta al sitio por donde se pasará al interior del edificio.

Una vez en el interior del edificio, en la misma habitación desde donde se realizará el paso se instalarán los inversores, las baterías y la caja de protección fotovoltaica.

Entre la CPfv hasta llegar al punto de conexión en el cuarto eléctrico la canalización se realizará mediante la bajante situada a unos metros del inversor hasta el sótano. Finalmente dentro del cuarto eléctrico, se accederá hasta el punto de conexión dentro del CGBT mediante rejiban.



Cuarto eléctrico del edificio, donde irá el punto de conexión de la instalación fotovoltaica.

7.5. Protecciones

El diseño de la instalación fotovoltaica conectada a la red garantizará, por un lado, la seguridad de las personas, tanto usuarios como operarios de la red, y por otro, que el normal funcionamiento del sistema fotovoltaico no afecte a la operación ni a la integridad de otros equipos y sistemas conectados a dicha red. La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Protecciones incorporadas en el Inversor

El inversor lleva integradas las funciones de protección de máxima y mínima **tensión** y de máxima y mínima **frecuencia**, por

lo que las maniobras automáticas de conexión-desconexión serán realizadas por éste.

El inversor cumple con los requisitos de Seguridad para personas y compatibilidad electromagnética marcados por las Directivas europeas: Directiva de Baja Tensión EN 50178, Directiva EMC EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3, Conforme al RD 1699/2011, por lo que el inversor puede llevar el marcado CE.

El inversor se desconecta automáticamente de la red cuando se da cualquiera de las siguientes circunstancias:

- La tensión de red es menor de 340 V o mayor de 460 V
- La frecuencia de red es menor de 48Hz o mayor de 50,5 Hz

Para que el inversor se conecte a la red, los niveles de tensión y frecuencia de red, deben estar dentro de los límites mencionados.

El inversor incluye **protección contra funcionamiento en isla.**

La desconexión y reconexión del inversor en el punto de conexión, se llevan a cabo por medio de relés internos controlados por software. Dicho software y sus ajustes no son accesibles al usuario. El tiempo de reconexión, una vez establecidas las condiciones adecuadas, es menor de 3 minutos.

El inversor incorpora internamente un **vigilante de aislamiento de la parte de corriente continua** que actúa en caso de detectar una deriva a tierra. Esta situación se señaliza en el frente del equipo con un LED rojo y provoca la desconexión del inversor. Si la situación se corrige, el inversor se rearma automáticamente.

El inversor dispone de **protección contra sobretensiones** tanto en la entrada como en la salida, **protección contra polarización inversa**, **contra cortacircuitos y sobrecargas** en la salida, **contra fallos de aislamiento y contra sobretemperatura en el equipo.**

A su vez, estos inversores incorporan un **descargador de sobretensión** de CC: DPS tipo II.

Protecciones adicionales

Protecciones en la Parte de Continua

Todas las protecciones de corriente continua están incorporadas en el propio inversor y batería.

Protecciones en la Parte de Alterna

Según lo expuesto anteriormente y lo dispuesto en el Real Decreto 1955/2000, solo se precisará disponer adicionalmente de las protecciones de interruptor general magnetotérmico y de interruptor automático diferencial cumpliéndose, además que el contactor, gobernado normalmente por el inversor, pueda ser activado manualmente y que el estado del contactor (on/off), se señalizará con claridad en la parte frontal del equipo.

En el **Documento 2: Cálculos** en el apartado **3.2.1 Protecciones de corriente alterna** se muestran los cálculos justificativos de las protecciones.

En la **caja de protección fotovoltaica**, las protecciones de corriente alterna serán:

- Interruptor Automático magnetotérmico de 4x100A/16 kA para cada uno de los inversores de 50 kW.
- Interruptor Automático magnetotérmico de 4x20A/6 kA para el inversor de 10 kW.
- Interruptor Automático magnetotérmico de 4x200A/25 kA con protección Diferencial Tipo A regulable en sensibilidad y tiempo y regulado a 300 mA de sensibilidad.
- Relé de máxima tensión (59) y mínima tensión (27) incluido en el inversor.
- Relé de máxima y mínima frecuencia (81m-M) incluido en el inversor.

Se instalará también un **descargador de sobretensiones** tipo 1+2 y 40 kA tal y como se muestra en el esquema unifilar.

Por lo tanto, se instalará un interruptor automático general en el cuadro de protección para tres fases y neutro, con una intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la compañía eléctrica distribuidora en el punto de conexión siguiendo la norma UNE-EN 60947-2-400V.

El inversor incluye, un **descargador de sobretensión** tanto para la parte de continua como la de alterna, conforme a la norma EN 61643-11 e IEC 61643-1.

En el punto de conexión, se instalará un interruptor automático magnetotérmico de 4x200 A/25 kA con protección diferencial Tipo A regulada a 1 A de sensibilidad.

Puesta a tierra

Según la ITC-BT-18, la puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de

una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en la instalación fotovoltaica y en el terreno próximo no aparezcan diferencias de potencial peligrosas. Además, también tiene que permitir el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica tanto de la sección de continua (módulos y estructura) como la de alterna (inversor) estarán conducidas a una única tierra. Esta conducción de protección se conectará a la tierra del edificio, siempre y cuando se garantice una tensión de contacto no superior a los 24 V al considerarse un local mojado.

La puesta a tierra de protección de las masas metálicas para la parte de continua consistirá en la unión de todos los marcos metálicos de los módulos con la estructura soporte.

Además, la protección contra contactos indirectos se asegurará mediante la instalación de elementos de clase II o con doble aislamiento.

El sistema de distribución del neutro será del tipo TT en el cual el neutro de la instalación fotovoltaica que parte de los inversores discurrirá hasta el neutro del transformador y las masas de la instalación fotovoltaica irán conectadas a la tierra del edificio.

La tierra será independiente de la del neutro de la Red de Distribucion pública.

7.6. Sistema Anti-vertido

Al ser una instalación de autoconsumo sin excedentes es necesario un sistema anti-vertido que garantice que no se inyecta a la red la energía no consumida y producida.

El sistema anti-vertido en este caso consta de un vatimetro con sus correspondientes transformadores de intensidad comunicados con el inversor y el elemento de control ubicado en el cuadro de protección fotovoltaica.

Asi mismo se instalará un analizador de redes con sus toroidales integrado con el sistema de control existente en el edificio.

8. REQUIRIMIENTO DE MONITORIZACIÓN

El sistema de monitorización de la energía eléctrica producida o generada por la instalación solar fotovoltaica que se vaya a instalar en el Edificio Sede del Parque Científico de Leioa deberá contar, como mínimo, con las funcionalidades siguientes:

- El sistema deberá monitorizar tanto la generación fotovoltaica o producción energética renovable como el consumo energético propio del edificio.
- Permitirá controlar la producción y consumo de energía en todo momento. De manera gráfica y visual se podrá consultar datos sobre la producción fotovoltaica, el consumo energético, el vertido o compra de energía de la red.
- También recogerá la información general de la planta: nombre; dirección; capacidad de las cadenas de paneles solares; fecha de conexión a la red y longitud y latitud.
- Los inversores deberán ser capaces de reportar tanto en el servidor web del fabricante como en el reporte de informe del sistema, el autoconsumo de la planta, al menos por mes y año. Se deberá presentar memoria de una instalación similar(no admisible un manual de fabricante) en la que se muestre claramente la información facilitada por el sistema y un ejemplo de informe de esa planta, con toda la información de la generación, consumo del edificio y autoconsumo.
- Esta información vendrá acompañada de una gráfica donde de manera simultánea se muestra la salida de FV, el consumo total y el consumo fotovoltaico o autoconsumo.
- Toda esta información se podrá consultar a tiempo real, disponiendo de un historial en el que se podrá revisar estos datos sin restricciones.
- La información se ofrecerá por día, mes, año o total desde su puesta en marcha.
- El sistema deberá mostrar, como mínimo, la producción energética renovable en términos diarios, mensuales y anuales, y el correspondiente consumo energético para los mismos periodos. Además, se mostrarán los valores de energía producida y consumida, como e porcentaje de autosuficiencia y energía importada de la red.
- Adicionalmente a lo anterior, el sistema deberá mostrar datos adicionales como, por ejemplo: emisiones de CO2 evitadas y ahorro económico generado para el propietario de la instalación.

- Adicionalmente a lo anterior la información descrita en el punto 1 deberá ser accesible a través de dispositivo móvil.

9. EVALUACIÓN CUANTIFICADA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA QUE VA A SER PRODUCIDA

Tanto los datos de radiación diaria media sobre plano horizontal y sobre plano inclinado 72º, 32º y 10º como las pérdidas por sombreado del 14% se han tomado de la Base de Datos de Radiación Solar de PVGIS.

Para la determinación del Rendimiento Energético de la instalación "Performance ratio" PR se ha tenido en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura: se estima que la temperatura de la célula solar es 20ºC superior a la temperatura ambiente y que el módulo fotovoltaico reduce su eficiencia en un 0,5% por cada grado que aumente la temperatura por encima de 25ºC.
- La eficiencia del cableado, las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad: se estiman unas pérdidas del 5%, puesto que es una zona libre de polvo en suspensión.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia y la eficiencia del inversor: se estiman en un 5%.

Los datos de partida son los siguientes:

- Latitud: 43,332
- Longitud: -2,968
- Data base de radiación: PVGIS-SARAH
- Potencia nominal: 30,3 kWp, 35,34 kWp y 44,46 kWp
- Pérdidas del sistema: 14%
- Inclinación de los módulos: 32º, 72º y 10º
- Orientación (azimut) de los módulos: 18º

9.1. Estudio de generación mediante programa PVGIS

A continuación se muestra el estudio de generación realizado mediante el programa PVGIS, los valores estimados de producción de energía y radiación para las diferentes orientaciones e inclinaciones de las cubiertas existentes:

Para los 30 módulos de 440 Wp y los 30 módulos de 570 Wp con 32°de inclinación y 18° Azimut:

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

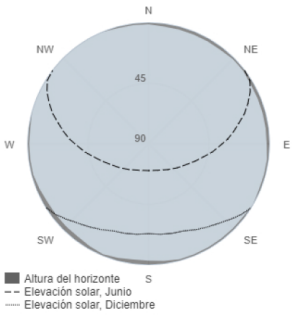
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud:	43.332,-2.968
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH2
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalado:	30.3 kWp
Pérdidas sistema:	14 %

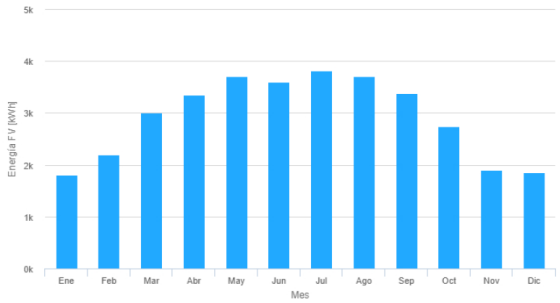
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación:	32 °
Ángulo de azimut:	18 °
Producción anual FV:	35070.41 kWh
Irradiación anual:	1466.95 kWh/m²
Variación interanual:	1419.62 kWh
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia:	-2.98 %
Efectos espectrales:	1.53 %
Temperatura y baja irradiancia:	-6.87 %
Pérdidas totales:	-21.1 %

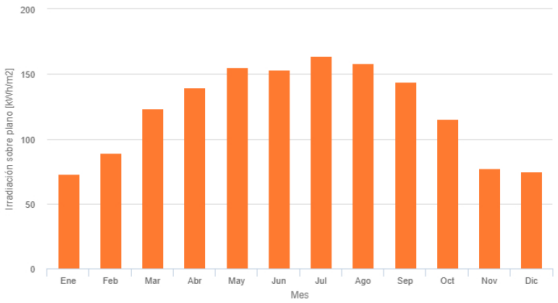
Perfil del horizonte en la localización seleccion



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	1806.3	73.0	288.9
Febrero	2196.8	89.1	462.0
Marzo	3000.6	123.6	546.6
Abril	3349.1	139.7	425.6
Mayo	3701.4	155.0	430.7
Junio	3605.3	153.5	271.9
Julio	3812.2	163.8	298.1
Agosto	3706.6	158.4	262.8
Septiembre	3384.1	143.8	219.2
Octubre	2748.7	115.0	300.6
Noviembre	1906.8	77.2	428.5
Diciembre	1852.6	74.8	345.1

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

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

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

Para los 80 módulos de 570 Wp con 72°de inclinación y 18° Azimut:

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

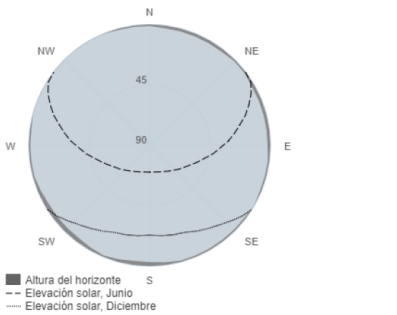
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud:	43.332,-2.968
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH2
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalado:	45.6 kWp
Pérdidas sistema:	14 %

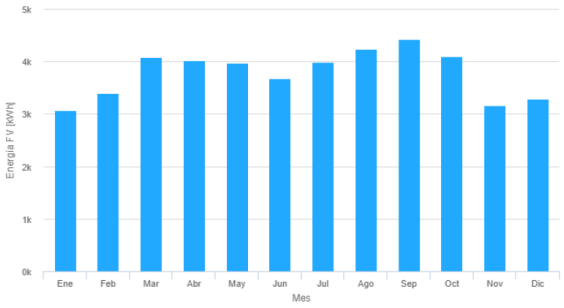
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación:	72 °
Ángulo de azimut:	18 °
Producción anual FV:	45402.04 kWh
Irradiación anual:	1264.26 kWh/m²
Variación interanual:	2049.04 kWh
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia:	-3.3 %
Efectos espectrales:	1.67 %
Temperatura y baja irradiancia:	-6.85 %
Pérdidas totales:	-21.25 %

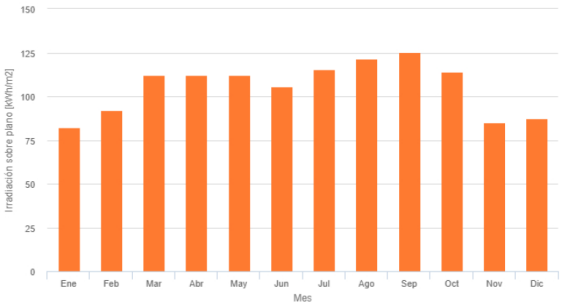
Perfil del horizonte en la localización seleccion



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	3061.0	82.0	554.2
Febrero	3403.2	92.0	795.1
Marzo	4085.5	112.3	809.5
Abril	4016.2	112.1	537.2
Mayo	3977.1	112.0	447.7
Junio	3669.2	105.5	272.8
Julio	3981.2	115.2	300.9
Agosto	4241.9	121.4	304.5
Septiembre	4420.8	125.1	308.4
Octubre	4103.1	114.2	498.8
Noviembre	3161.4	84.9	778.0
Diciembre	3281.4	87.6	677.6

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

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

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

Para los 73 módulos de 570 Wp con 10°de inclinación y 18° Azimut:

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

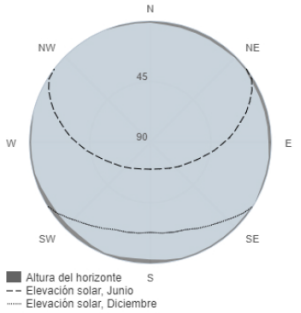
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud:	43.332,-2.968
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH2
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalado:	41.61 kWp
Pérdidas sistema:	14 %

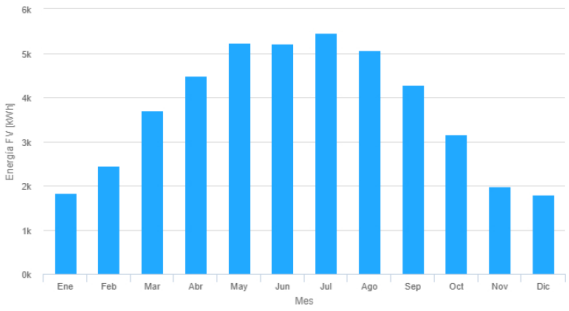
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación:	10 °
Ángulo de azimut:	18 °
Producción anual FV:	44646.05 kWh
Irradiación anual:	1367 kWh/m²
Variación interanual:	1634.64 kWh
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia:	-3.58 %
Efectos espectrales:	1.44 %
Temperatura y baja irradiancia:	-6.69 %
Pérdidas totales:	-21.51 %

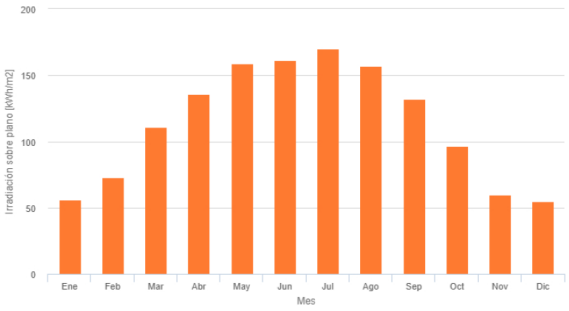
Perfil del horizonte en la localización seleccion



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	1837.2	55.8	246.4
Febrero	2441.9	73.0	449.1
Marzo	3704.9	111.2	615.3
Abril	4480.8	135.6	530.2
Mayo	5232.1	159.0	595.6
Junio	5218.3	161.3	387.5
Julio	5450.4	170.0	415.7
Agosto	5070.4	157.3	341.6
Septiembre	4283.6	132.3	258.6
Octubre	3156.1	96.8	302.4
Noviembre	1984.4	60.0	394.6
Diciembre	1785.9	54.7	283.1

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

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

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

La **producción** anual total de la instalación será de aproximadamente **125.118,5 kWh.**

10. PUNTO PARA EFECTUAR LA CONEXIÓN A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

El punto de conexión se realizará en el Cuadro General de Baja Tensión de la instalación del titular ubicado en el cuarto eléctrico del edificio, aguas abajo del IGBT.



Cuadro General de Baja Tensión del edificio (CGBT)

11. CONCLUSIONES

Con lo anteriormente expuesto así como con los planos adjuntos el colegiado que subscribe pretende haber definido adecuadamente la instalación eléctrica a realizar, y que sea aprobado por los Organismos Oficiales Competentes.

Fdo.: Iñigo Van-koningsloo Fernández
Ingeniero Industrial Superior
Colegiado N°: 6.995

II. CÁLCULOS

ÍNDICE

1. OBJETO 3
2. CÁLCULOS DE CADENAS DE MÓDULOS (strings) 3
3. CÁLCULOS DE LA LÍNEA DE BAJA TENSIÓN 4
3.1. Cálculos de las líneas de corriente continua y alterna 6
3.2. Protecciones adicionales 8
3.2.1. Protecciones de corriente alterna 8
3.2.2. Justificación de aislamiento galvánico 9

1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto el cálculo de las pérdidas generadas por una instalación solar fotovoltaica de 110 kW nominales y 117,51 kWp instalados, para autoconsumo y sin excedentes. Así mismo, se demuestra que los conductores y protecciones detallados en el **Documento I. Memoria**, cumplen con todos los requisitos técnicos especificados en el REBT.

2. CÁLCULOS DE CADENAS DE MÓDULOS (strings)

En las siguientes tablas se puede comprobar que los parámetros eléctricos de la configuración elegida para los inversores están dentro de su rango de funcionamiento.

Corriente máxima (60ºC)	26,060	30	A	OK
Tensión máxima (-10ºC)	877,149	1100	V	OK
Tensión mínima (15,42ºC)	701,058	200	V	OK
Tensión máxima (15,42ºC)		1000	V	

Configuración para los MPPT 1 y 3 del inversor 1 de 50kW con 2 strings de 15 módulos de 570W

Corriente máxima (60ºC)	13,030	30	A	OK
Tensión máxima (-10ºC)	935,626	1100	V	OK
Tensión mínima (15,42ºC)	747,795	200	V	OK
Tensión máxima (15,42ºC)		1000	V	

Configuración para el MPPT 2 del inversor 1 de 50kW y los MPPT 2 y 3 del inversor 2 de 50kW con 1 string de 16 módulos de 570W

Corriente máxima (60ºC)	26,060	30	A	OK
Tensión máxima (-10ºC)	818,673	1100	V	OK
Tensión mínima (15,42ºC)	654,320	200	V	OK
Tensión máxima (15,42ºC)		1000	V	

Configuración para el MPPT 4 del inversor 2 de 50kW con 2 string de 14 módulos de 570W

Corriente máxima (60ºC)	13,030	30	A	OK
Tensión máxima (-10ºC)	877,149	1100	V	OK
Tensión mínima (15,42ºC)	701,058	200	V	OK
Tensión máxima (15,42ºC)		1000	V	

Configuración para el MPPT 4 del inversor 1 de 50kW con 1 string de 15 módulos

Corriente máxima (60ºC)	13,030	30	A	OK
Tensión máxima (-10ºC)	935,626	1100	V	OK
Tensión mínima (15,42ºC)	747,795	200	V	OK
Tensión máxima (15,42ºC)		1000	V	

Configuración para el MPPT 1 del inversor 2 de 50kW con 2 strings de 16 módulos de 570W

Corriente máxima (60ºC)	21,420	30	A	OK
Tensión máxima (-10ºC)	802,816	1100	V	OK
Tensión mínima (15,42ºC)	632,446	200	V	OK
Tensión máxima (15,42ºC)		1000	V	

Configuración para los MPPT 1 y 2 del inversor 3 de 10kW con 1 string de 15 módulos de 440W

3. CÁLCULOS DE LA LÍNEA DE BAJA TENSIÓN

Los conductores serán de cobre y se dimensionarán cumpliendo los siguientes criterios:

- **Capacidad térmica**
  - Entre módulos FV e inversor: según indica la ITC-BT19 del REBT y norma UNE 20.460-5-523:2004. La intensidad máxima admisible para el tipo de cable y sección elegida, tiene que ser superior a la intensidad nominal que circula por dicho conductor.
  - Entre inversor y punto de conexión: según indica la ITC-BT40 del REBT y la norma UNE 20.460-5-523:2004. La intensidad máxima admisible para el tipo de cable y sección elegida, tiene que ser superior al 125 % de la intensidad máxima que circula por dicho conductor.
- **Caída de tensión máxima**
  - Entre los módulos y los inversores: **1,5%.**
  - Entre la generación y el punto de conexión: **1,5%.**

La caída de tensión se ha estimado en función de la siguiente fórmula válida para corriente continua y alterna monofásica:

$$\Delta V = \frac{2\rho L \cdot P}{SU}$$

- P = Potencia en W del campo generador fotovoltaico.
- L = Longitud del conductor.
- U = Tensión a máxima potencia en voltios del campo generador fotovoltaico.
- S= Sección del conductor en mm^2.
- ρ = Resistividad del cobre a 70ºC = $2,0833 \cdot 10^{-2}$ $\Omega \cdot mm^2/m$.

Para la parte de alterna trifásica la fórmula escogida es:

$$\Delta V = \frac{\rho L \cdot P}{SU}$$

- P = Potencia nominal en W del inversor.
- L = Longitud del conductor.
- U = Tensión a máxima potencia en voltios (400 V para alterna trifásica).
- S= Sección del conductor en mm^2.
- ρ = Resistividad del cobre a 70ºC = $2,0833 \cdot 10^{-2}$ $\Omega \cdot mm^2/m$.

3.1. Cálculos de las líneas de corriente continua y alterna

Las canalizaciones que se usan para las líneas de corriente continua de los módulos ubicados en la cubierta del edificio, quedan reflejadas en el **Documento I. Memoria, en el apartado 7.3.1. Línea de corriente continua y línea de corriente alterna.** Es por ello que en los cálculos realizados se han usado longitudes de cable superiores a las medidas, con el fin de hacer cálculos más restrictivos. Se realizarán los cálculos en función de los diferentes puntos de conexión.

En la siguiente tabla, ***Tabla I. Cálculo de conductores de corriente continua y alterna***, se detalla la longitud total del string más desfavorable, partiendo del módulo más alejado, hasta el punto de conexión con el inversor. La caída de tensión máxima en la parte de CC será de 0,83% por tanto menor que 1,5%.

En la misma tabla se define la sección, el aislante y la longitud total de los circuitos contemplados en la parte de corriente alterna.

Como se puede observar, en la parte de continua el conductor será de 6 mm^2 de sección hasta llegar al inversor.

Entre el inversor de 50 kW y sus correspondientes protecciones ubicadas en la Caja de Protección Fotovoltaica (CPfv), los conductores serán de 50 mm^2, entre el inversor de 10 kW y sus correspondientes protecciones ubicadas en la Caja de Protección Fotovoltaica (CPfv), los conductores serán de 6 mm^2 y desde las protecciones del inversor hasta llegar al correspondiente punto de conexión ubicado en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) del titular también de 95 mm^2.

Entre la generación (inversor) y el punto de conexión la caída de tensión máxima será de 1,48%, menor que el 1,5% exigido por el REBT.

TABLA CÁLCULO CONDUCTORES

TRAMO		DEFINICIÓN								CRITERIO CAIDA TENSIÓN			CRITERIO TÉRMICO				
INICIO	FIN	TIPO	MATERIAL	SECCIÓN	AISLANTE	L (m)	P (W)	V (V)	I (A)	S (mm2)	U (V)	U (%)	Iref (A)	TIPO	nº circuitos		Imax (A)
String 01	Inversor 1-50kW	CC	Cu	6	XLPE	70	8.550	877,15	14,18	6	7,27	**0,83%**	17,72	B1	14	0,4	**19,6**
Batería 30kWh	Inversor 3-10kW	CC	Cu	6	XLPE	4	10000	600,00	16,67	6	0,49	**0,08%**	14,81	B1	1	1	**49**
Inversor 50kW	CPfotovol	trifásico	Cu	50	XLPE	5	55000	400,00	79,39	50	0,30	**0,08%**	99,23	B1	2	0,8	**120,8**
Inversor 10kW	CPfotovol	trifásico	Cu	6	XLPE	3	11000	400,00	15,88	6	0,30	**0,08%**	19,85	B1	2	0,8	**32,8**
CPfotovol	Pto. Conex.	trifásico	Cu	95	XLPE	80	121000	400,00	174,65	95	5,60	**1,40%**	218,31	B1	1	1	**234**

Tabla I: Cálculo de conductores de corriente continua y alterna

3.2. Protecciones adicionales

3.2.1. Protecciones de corriente alterna

Para el cálculo de las protecciones de corriente alterna, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$
2) $I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_z$

Donde:

I_B: *corriente para la que se ha diseñado el circuito*

I_n: *corriente asignada al dispositivo de protección*

I_z: *corriente admisible del cable para el tipo de instalación seleccionada*

I_2: *corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo* t_c

$I_2 = 1{,}45 \cdot I_n$

En la ***Tabla II. Corrientes para las protecciones de corriente alterna*** quedan reflejados los valores de la corriente del circuito, la corriente asignada del dispositivo de protección, la corriente admisible por el cable y la corriente que asegura la actuación de la protección para un tiempo largo t_c.

Protección inversor-50kW		Protección inversor-10kW		Caja de protección	
I_B	79,39 A	I_B	15,88 A	I_B	174,65 A
I_n	100 A	I_n	20 A	I_n	200 A
I_z	120,8 A	I_z	32,8 A	I_z	234 A
I_2	145 A	I_2	29 A	I_2	290 A
$1{,}45 \cdot I_z$	175,16 A	$1{,}45 \cdot I_z$	47,56 A	$1{,}45 \cdot I_z$	339,3 A

Tabla II: Corrientes para las protecciones de corriente alterna

Protección inversor-50kW	Protección inversor-10kW	Caja de protección
$79{,}39A \leq 100A \leq 120{,}8A$ $145A \leq 175{,}16A$	$15{,}88A \leq 20A \leq 32{,}8A$ $29A \leq 47{,}56A$	$174{,}65A \leq 200A \leq 234A$ $290A \leq 339{,}3A$

En vista de los cálculos mostrados en la ***Tabla I. Cálculo de conductores de corriente continua y alterna***, se determina que en la Caja de Protección Fotovoltaica se instalará un interruptor automático magnetotérmico de 4x200 A/25 kA con protección Diferencial Tipo A incorporada o vigi regulable que se regulará a 300 mA de sensibilidad.

Además, se instalará como protección contra sobretensiones, un descargador de sobretensiones Tipo 1+2 de 40kA.

El punto de conexión se realizará aguas abajo del Interruptor General de Baja Tensión de la instalación del titular (IGBT) dentro del CGBT. En este punto de conexión, se instalará como protección un interruptor automático magnetotérmico de 4x200 A/25 kA con protección diferencial Tipo A regulable y regulada a 1 A de sensibilidad.

3.2.2. Justificación de aislamiento galvánico

Los inversores deberán justificar mediante su correspondiente certificado de conformidad que cumplen con la protección sobre el aislamiento galvánico mediante el empleo de técnicas equivalentes a un transformador de aislamiento galvánico tal y como se exige en el Real Decreto 1699/2011 y RD 661/2007.

Fdo.: Iñigo Van-koningsloo Fernández
Ingeniero Industrial Superior
Colegiado N° 6.995

III. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1. OBJETO..... 3
2. GENERALIDADES..... 3
3. DEFINICIONES..... 5
4. DISEÑO..... 7
5. COMPONENTES Y MATERIALES..... 10
6. RECEPCIÓN Y PRUEBAS..... 16
7. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA..... 18
8. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.... 19
9. ANEXO I. MEDIDA DE POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA..... 24
10. ANEXO II. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA..... 30
11. ANEXO III. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS..... 33

1. OBJETO

1.1. Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red. Define las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

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

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

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

2. GENERALIDADES

2.1. Este Pliego es de aplicación en su integridad a todas las instalaciones solares fotovoltaicas destinadas a la producción de electricidad para autoconsumo y conectadas a la red de distribución.

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

2.2.1. Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.

2.2.2. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

2.2.3. Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002, por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria.

2.2.4. 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.

2.2.5. Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte,

distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

2.2.6. Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2.2.7. Para el caso de integración en edificios se tendrá en cuenta el Código Técnico de la Edificación (CTE).

2.2.8. Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

2.2.9. Real decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

3. DEFINICIONES

3.1. Radiación solar

Radiación solar. Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

3.1.1. Irradiancia

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

3.1.2. Irradiación

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

3.2. Instalación

3.2.1. Instalaciones fotovoltaicas

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

3.2.2. Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

3.2.3. Línea y punto de conexión y medida

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

3.2.4. Interruptor automático de la interconexión

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

3.2.5. Interruptor general

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

3.2.6. Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

3.2.7. Rama fotovoltaica

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

3.2.8. Inversor

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

3.2.9. Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

3.2.10. Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

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

3.3. Módulos

3.3.1. Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

3.3.2. Célula de tecnología equivalente (CTE)

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

3.3.3. Módulo o panel fotovoltaico

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

3.3.4. Condiciones Estándar de Medida (CEM)

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

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

3.3.5. Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

3.3.6. TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m^2 con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

3.4. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

3.4.1. Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

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

3.4.2. Revestimiento

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

3.4.3. Cerramiento

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

3.4.4. Elementos de sombreado

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

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

4. DISEÑO

4.1. Diseño del generador fotovoltaico

4.1.1. Generalidades

4.1.1.1. El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.

4.1.1.2. Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

4.1.1.3. En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación

sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.1.2. Orientación e inclinación y sombras

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

Tabla I

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

4.1.2.2. Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación.

4.1.2.3. En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas.

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

4.2. Diseño del sistema de monitorización

4.2.1. El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

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

- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

4.2.2. Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN.

4.2.3. El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario.

4.3. Integración arquitectónica.

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

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

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

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

5. COMPONENTES Y MATERIALES

5.1. Generalidades

5.1.1. Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Sistemas generadores fotovoltaicos

5.2.1. Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Este requisito no se aplica a los casos excepcionales del apartado 4.1.1.3.

5.2.2. El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

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

5.2.3.1. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

5.2.3.2. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

5.2.3.3. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del ± 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

5.2.3.4. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el

encapsulante.

5.2.4. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

5.2.5. La estructura del generador se conectará a tierra.

5.2.6. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

5.3. Estructura soporte

5.3.1. Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. Se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE y demás normas aplicables.

5.3.2. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el CTE.

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

5.3.4. 5.3.4Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

5.3.5. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

5.3.6. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

5.3.7. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo el CTE. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

5.3.8. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

5.3.9. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del CTE y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

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

5.3.11. La estructura soporte será calculada según el CTE para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

5.3.12. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la el CTE para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

5.3.13. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida.

5.4. Inversores

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

5.4.2. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.

- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

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

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

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

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

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.

5.4.6. Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

5.4.6.1. El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

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

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

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

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

5.4.7. Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

5.4.8. Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

5.5. Cableado

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

5.5.2. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

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

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

5.6. Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

5.7. Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (articulo 18) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.8. Protecciones

5.8.1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 14) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

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

5.9. Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

5.9.1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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

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

5.10. Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 16) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

6. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

6.1. El instalador entregará al usuario un documento-albarán

en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

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

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

6.3.1. Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

6.3.2. Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

6.3.3. Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

6.3.4. Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

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

6.4.1. Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.

6.4.2. Retirada de obra de todo el material sobrante.

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

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

operación.

6.6. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de un mínimo de 8 años, y para los inversores mínimo de 5 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

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

7. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA

7.1. Se definirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

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

7.2.1. Gdm(0).

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m^2·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Instituto Nacional de Meteorología
- Organismo autonómico oficial

7.2.2. Gdm(α,β).

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m^2·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

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

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

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

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

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

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \ kW/m^2$

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

Tabla II. Generador P_{mp} = 1 kWp, orientado al Sur (α = 0°) e inclinado 35° (β = 35°).

Mes	$G_{dm}(0)$ $kWh/(m^2 \cdot dia)$	$G_{dm}(\alpha=0^o,\beta=35^o)$ $kWh/(m^2 \cdot dia)$	*PR*	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
Promedio	4,51	4,96	0,794	3,94

8. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

8.1. Generalidades

8.1.1. Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo.

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

8.2. Programa de mantenimiento

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

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

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

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

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

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

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

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

- Comprobación de las protecciones eléctricas.

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

8.2.7. Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

8.2.8. Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, donde constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

8.3. Garantías

8.3.1. Ámbito general de la garantía

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

8.3.1.2 La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, con el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

8.3.2. Plazos

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

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

8.3.3. Condiciones económicas

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

8.3.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, como medios de transporte, portes de recogida y devolución de los equipos.

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

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

8.3.4. Anulación de la garantía

8.3.4.1 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

8.3.5. Lugar y tiempo de la prestación

8.3.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento, lo comunicará al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

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

8.3.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente será enviado al taller designado por el fabricante.

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

9. ANEXO I. MEDIDA DE POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

1. Introducción

1.1. Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).

1.2. La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

2. Procedimiento de medida

2.1. Se describe a continuación el equipo mínimo necesario para calcular la potencia instalada:

- 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente.
- 1 termómetro de temperatura ambiente.
- 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA).
- 1 pinza amperimétrica de CC y CA.

2.2. El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.

2.3. Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de ± 2 horas alrededor del mediodía solar.

2.4. Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.

2.5. Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es $P_{cc,\ inv}$.

2.6. El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).

2.7. La temperatura ambiente se mide con un termómetro situado a la sombra, en una zona próxima a los módulos

FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

2.8. Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

2.9. Ecuaciones:

$$P_{cc,\,inv} = P_{cc,\,fov}(1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc,\,fov} = P_o R_{to,\,var}[1 - g(T_c - 25)]E/1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20)E/800 \quad (3)$$

$P_{cc,\,fov}$ Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.

L_{cab} Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexionados, diodos antiparalelo si hay, etc.

E Irradiancia solar, en W/m2, medida con la CTE calibrada.

g Coeficiente de temperatura de la potencia, en 1/ °C.

T_c Temperatura de las células solares, en °C.

T_{amb} Temperatura ambiente en la sombra, en °C, medida con el termómetro.

TONC Temperatura de operación nominal del módulo.

P_o Potencia nominal del generador en CEM, en W.

$R_{to,\,var}$ Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.

L_{tem} Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término

[1 – g (T_c – 25)] por (1 – L_{tem}).

$$R_{to,\,var} = (1 - L_{pol})(1 - L_{dis})(1 - L_{ref}) \quad (4)$$

L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.

L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas.

Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término Lref es cero.

2.10. Se indican a continuación los valores de los distintos coeficientes:

2.10.1. Todos los valores indicados pueden obtenerse de las medidas directas. Si no es posible realizar medidas, pueden obtenerse, parte de ellos, de los catálogos de características técnicas de los fabricantes.

2.10.2. Cuando no se dispone de otra información más precisa pueden usarse los valores indicados en la tabla III.

Tabla III

Parámetro	*Valor estimado, media anual*	*Valor estimado, día despejado (*)*	*Ver observación*
L_{cab}	0,02	0,02	(1)
g (1/°C)	–	0,0035 (**)	–
TONC (°C)	–	45	–
L_{tem}	0,08	–	(2)
L_{pol}	0,03	–	(3)
L_{dis}	0,02	0,02	–
L_{ref}	0,03	0,01	(4)

(*) Al mediodía solar ± 2 h de un día despejado. (**) Válido para silicio cristalino.

Observaciones:

(1) Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = R\,I^2 \qquad (5)$$

$$R = 0{,}000002\,L/S \qquad (6)$$

R es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.

L es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

S es la sección de cada cable, en cm2.

Normalmente, las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos son muy pequeñas y no es necesario considerarlas. Las caídas en el cableado pueden ser muy

importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %, siendo recomendable no superar el 0,5 %.

(2) Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m2. Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.

(3) Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.

(4) Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar (±2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

3. Ejemplo

Tabla IV

Parámetro	*Unidades*	*Valor*	*Comentario*
$TONC$	°C	45	Obtenido del catálogo
E	W/m^2	850	Irradiancia medida con la CTE calibrada
T_{amb}	°C	22	Temperatura ambiente en sombra
T_c	°C	47	Temperatura de las células $T_c = T_{amb} + (TONC - 20)\,E/800$
$P_{cc,\,inv}$ (850 W/m^2, 47 °C)	W	1200	Medida con pinza amperimétrica y voltímetro a la entrada del inversor
$1 - g(T_c - 25)$		0,923	$1 - 0{,}0035 \times (47 - 25)$
$1 - L_{cab}$		0,98	Valor tabla
$1 - L_{pol}$		0,97	Valor tabla
$1 - L_{dis}$		0,98	Valor tabla
$1 - L_{ref}$		0,97	Valor tabla
$R_{to,\,var}$		0,922	$0{,}97 \times 0{,}98 \times 0{,}97$
$P_{cc,\,fov}$	W	1224,5	$P_{cc,\,fov} = P_{cc,\,inv}/(1 - L_{cab})$
P_o	W	1693	$P_o = \dfrac{P_{cc,\,fov} \times 1000}{R_{to,\,var}\left[1 - g\left(T_c - 25\right)\right] E}$

Potencia total estimada del campo fotovoltaico en CEM = 1693 W.

Si, además, se admite una desviación del fabricante (por ejemplo, 5 %), se incluirá en la estimación como una pérdida.

Finalmente, y después de sumar todas las pérdidas incluyendo la desviación de la potencia de los módulos respecto de su valor nominal, se comparará la potencia así estimada con la potencia declarada del campo fotovoltaico.

10. ANEXO II. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA

1. Introducción

1.1. El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

1.2. Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación β, definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut α, definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Valores típicos son 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y +90° para módulos orientados al oeste.

Fig. 1

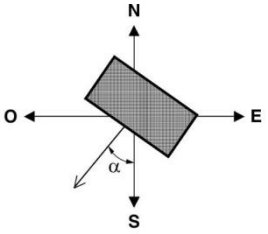


Fig. 2

2. Procedimiento

2.1. Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud, N, de 41°, de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de N = 41°. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %; para superposición, del 20 %, y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud N= 41° y se corrigen de acuerdo al apartado 2.2.

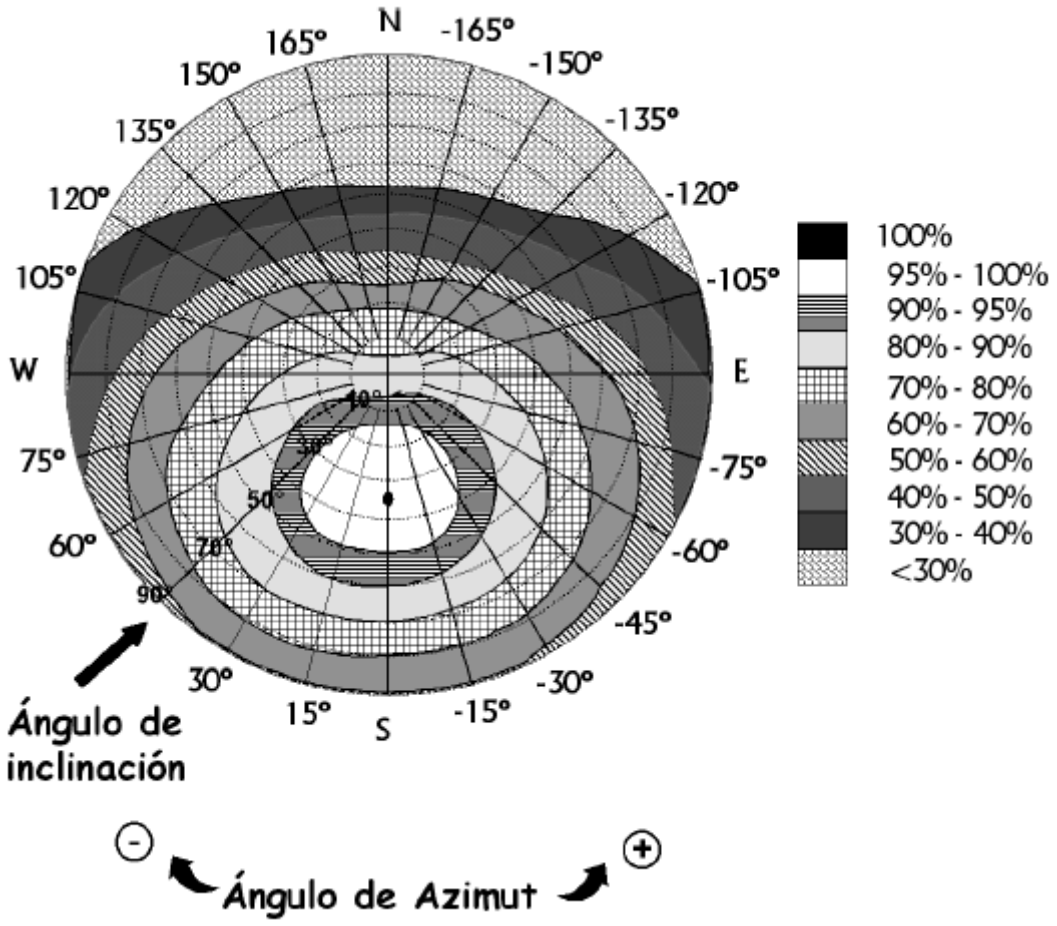


Fig. 3

2.2. Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Inclinación máxima = Inclinación (ϕ = 41°) – (41° – latitud)
Inclinación mínima = Inclinación (ϕ= 41°) – (41° – latitud), siendo 0° su valor mínimo.

2.3. En casos cerca del límite, y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

Pérdidas (%) = $100 \times [1{,}2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3{,}5 \times 10^{-5}$ "] para $15° < \beta < 90°$

Pérdidas (%) = $100 \times [1{,}2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2]$ para $\beta \leq 15°$

[Nota: α, β, ϕ se expresan en grados, siendo ϕ la latitud del lugar]

11. ANEXO III. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

3. Objeto

El presente anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir sombra alguna.

4. Descripción del método

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

4.1. Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

4.2. Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 5, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,..., D14).

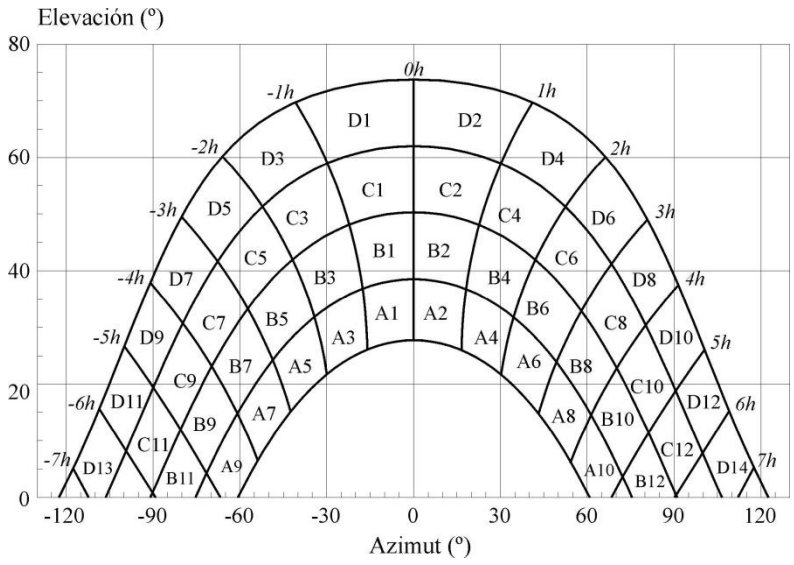


Fig. 5. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales].

4.3. Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la figura 5 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en la sección 3 de este anexo.

4.4. Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.
La sección 4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

5. Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación (β y a, respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie de estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente (véase la figura 5) resultase interceptada por un obstáculo.

Tabla V-1

$\beta = 35°$ $\alpha = 0°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla V-2

$\beta = 0°$ $\alpha = 0°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Tabla V-3

$\beta = 90°$ $\alpha = 0°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,15
11	0,00	0,01	0,02	0,15
9	0,23	0,50	0,37	0,10
7	1,66	1,06	0,93	0,78
5	2,76	1,62	1,43	1,68
3	3,83	2,00	1,77	2,36
1	4,36	2,23	1,98	2,69
2	4,40	2,23	1,91	2,66
4	3,82	2,01	1,62	2,26
6	2,68	1,62	1,30	1,58
8	1,62	1,09	0,79	0,74
10	0,19	0,49	0,32	0,10
12	0,00	0,02	0,02	0,13
14	0,00	0,00	0,00	0,13

Tabla V-4

$\beta = 35°$ $\alpha = 30°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,02	0,10	0,19	0,56
7	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,24	1,60	1,92	4,14
1	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,93	2,08	2,23	5,02
6	2,14	1,82	2,00	4,46
8	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,22

Tabla V-5

$\beta = 90°$ $\alpha = 30°$	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33
11	0,06	0,01	0,15	0,51
9	0,56	0,06	0,14	0,43
7	1,80	0,04	0,07	0,31
5	3,06	0,55	0,22	0,11
3	4,14	1,16	0,87	0,67
1	4,87	1,73	1,49	1,86
2	5,20	2,15	1,88	2,79
4	5,02	2,34	2,02	3,29
6	4,46	2,28	2,05	3,36
8	3,54	1,92	1,71	2,98
10	2,26	1,19	1,19	2,12
12	1,17	0,12	0,53	1,22
14	0,22	0,00	0,00	0,24

Tabla V-6

$\beta = 35°$ $\alpha = 60°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,02	0,04	0,04	0,02
7	0,02	0,13	0,31	1,02
5	0,64	0,68	0,97	2,39
3	1,55	1,24	1,59	3,70
1	2,35	1,74	2,12	4,73
2	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,86	2,14	2,37	5,53
6	2,24	2,00	2,27	5,25
8	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,55

Tabla V-7

$\beta = 90°$ $\alpha = 60°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,43
11	0,00	0,01	0,27	0,78
9	0,09	0,21	0,33	0,76
7	0,21	0,18	0,27	0,70
5	0,10	0,11	0,21	0,52
3	0,45	0,03	0,05	0,25
1	1,73	0,80	0,62	0,55
2	2,91	1,56	1,42	2,26
4	3,59	2,13	1,97	3,60
6	3,35	2,43	2,37	4,45
8	2,67	2,35	2,28	4,65
10	0,47	1,64	1,82	3,95
12	0,00	0,19	0,97	2,93
14	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla V-8

$\beta = 35°$ $\alpha = -30°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla V-9

$\beta = 90°$ $\alpha = -30°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,24
11	0,00	0,05	0,60	1,28
9	0,43	1,17	1,38	2,30
7	2,42	1,82	1,98	3,15
5	3,43	2,24	2,24	3,51
3	4,12	2,29	2,18	3,38
1	4,05	2,11	1,93	2,77
2	3,45	1,71	1,41	1,81
4	2,43	1,14	0,79	0,64
6	1,24	0,54	0,20	0,11
8	0,40	0,03	0,06	0,31
10	0,01	0,06	0,12	0,39
12	0,00	0,01	0,13	0,45
14	0,00	0,00	0,00	0,27

Tabla V-10

$\beta = 35°$ $\alpha = -60°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla V-11

$\beta = 90°$ $\alpha = -60°$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	1,01
11	0,00	0,08	1,10	3,08
9	0,55	1,60	2,11	4,28
7	2,66	2,19	2,61	4,89
5	3,36	2,37	2,56	4,61
3	3,49	2,06	2,10	3,67
1	2,81	1,52	1,44	2,22
2	1,69	0,78	0,58	0,53
4	0,44	0,03	0,05	0,24
6	0,10	0,13	0,19	0,48
8	0,22	0,18	0,26	0,69
10	0,08	0,21	0,28	0,68
12	0,00	0,02	0,24	0,67
14	0,00	0,00	0,00	0,36

6. Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d, medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

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

donde 1/ tan (61°– latitud) es un coeficiente adimensional denominado k.

Algunos valores significativos de k se pueden ver en la tabla VII en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Con el fin de clarificar posibles dudas respecto a la toma de datos relativos a h y d, se muestra la siguiente figura con algunos ejemplos:

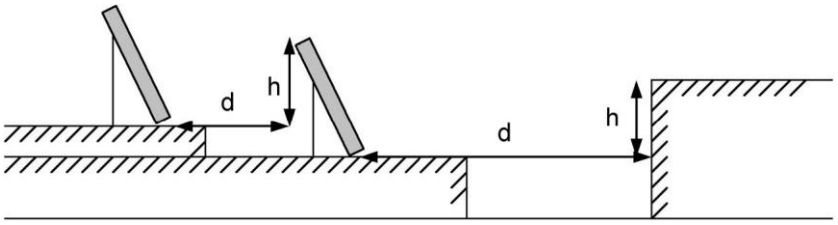


Fig. 7

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.

Fdo.: Iñigo Van-koningsloo Fernández
Ingeniero Industrial Superior
Colegiado N°: 6.995

IV. PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO

CÓDIGO	UD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA					
SUBCAPÍTULO 01.01 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS					
01.01.01	ud	MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO Suministro y montaje de módulo solar fotovoltaico de 570W. Totalmente conectado y funcionando. Incluye el izado a la cubierta.	183	185,00 €	33.855,00 €
01.01.02	ud	MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO Suministro y montaje de módulo solar fotovoltaico de 440W. Totalmente conectado y funcionando. Incluye el izado a la cubierta.	30	148,00 €	4.440,00 €
		TOTAL CAPITULO 01.01 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS			**38.295,00 €**
		SUBCAPÍTULO 01.02 ESTRUCTURA SOPORTE			
01.02.01	ud	ESTRUCTURA FIJACIÓN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Suministro y montaje de estructura LASTRADA AUTOPORTANTE prefabricada en aluminio de alta calidad con una inclinación de 10° CON DEFELECTORES. Incluye suministro, izado a la cubierta y montaje.	73	65,33 €	4.769,16 €
01.02.02	ud	ESTRUCTURA FIJACIÓN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Suministro y montaje de estructura soporte prefabricada en aluminio de alta calidad inclinado a la cubierta. Incluye suministro, izado a la cubierta y montaje.	120	29,39 €	3.527,16 €
01.02.03	ud	SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA PARA PANELES SOLARES SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA GALVANIZADA, FIJADA EN VIGAS EXISTENTES MEDIANTE SOLDADURA O ANCLAJES HILTI Y TACO QUIMICO. FABRICADA MEDIANTE PERFILES 60X40X3MM PARA ESTRUCTURA DE LA PARTE SUPERIOR Y PERFIL 120X120X4MM PARA PILARES NUEVOS A VIGA EXISTENTE MEDIANTE SOLDADURA. TODAS LAS SOLDADURAS QUE SE REALICEN EN OBRA LLEVARÁN UNA CAPA DE IMPRIMACION ANTIOXIDANTE Y OTRA CAPA DE GALVANIZADO EN FRIO. LAS SOLDADURAS PASARAN LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS POR LIQUIDO PENETRANTE. Incluye el izado a la cubierta.	1	23.339,17€	23.339,17 €
01.02.04	ud	SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA PARA PANELES SOLARES SUMINISTRO Y MONTAJE DE ESTRUCTURA EN ZONA DE PILARES NUEVOS FORRADO CON CHAPA GALVANIZADA DE 1,5MM UNIDOS A PERFIL TORNILLOS AUTORROSCANTES. TODAS LAS SOLDADURAS QUE SE REALICEN EN OBRA LLEVARÁN UNA CAPA DE IMPRIMACION ANTIOXIDANTE Y OTRA CAPA DE GALVANIZADO EN FRIO. LAS SOLDADURAS PASARAN LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS POR LIQUIDO PENETRANTE. Incluye el izado a la cubierta.	1	5.565,49 €	5.565,49 €
		TOTAL CAPITULO 01.02 ESTRUCTURA SOPORTE			**37.200,99 €**
		SUBCAPÍTULO 01.03 INVERSORES CONEXIÓN A RED			

01.03.01	ud	INVERSOR CONEXIÓN A RED	2	2.861,25 €	5.722,50 €
		Suministro, montaje y conexionado de inversor trifásico de conexión a red de potencia nominal 50 kW con un mínimo de 4 MPPT. Completamente montado, instalado y revisado.			
		TOTAL CAPITULO 01.03 INVERSORES CONEXIÓN A RED			**5.722,50 €**
		SUBCAPÍTULO 01.04 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN			
01.04.01	m	CABLE DE COMUNICACIÓN	30	11,31 €	339,15 €
		Suministro e instalación de cable de Ethernet Cat 6 UTP 4x2xAWG24 LSZH Blanco Commscope,para comunicación de inversor desde Switch en recepción .			
01.04.02	ud	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	3	194,50 €	583,51 €
		Suministro e instalación de transformadores de corriente de Clase 0,5 con relación de transformación 200/5A de nucleo partido			
01.04.03	ud	WATIMETRO	1	172,55 €	172,55 €
		Suministro e instalación de Watimetro para la monitorización			
01.04.04	ud	REGISTRADOR DE DATOS	1	420,00 €	420,00 €
		Suministro e instalación de un registrador de datos necesario para la monitorización y gestión			
01.04.05	m	CABLE DE COMUNICACIÓN	15	11,31 €	169,58 €
		Suministro e instalación de cable de Ethernet Cat 6 UTP 4x2xAWG24 LSZH Blanco Commscope,para comunicación de Pantalla de TV desde Switch en recepción .			
01.04.06	m	Integración con plataforma del cliente	1	2.242,50 €	2.242,50 €
		Desarrollo de la ingeniería, programación de las imágenes y ficheros para el puesto de supervisión del sistema de gestión del edificio. Trabajos de ingeniería, programación, puesta en marcha conforme a las especificaciones del proyecto, listado de puntos y/o criterio de cliente. Se incluyen las integraciones incluidas en listado de puntos, tanto en protocoloco como en variables a integrar. La integración se realizará mediante canal de comunicaciones TCP/IP, por lo que las tarjetas de comunicaciones de los sistemas a integrar deberán tener este tipo de comunicaciones. Nos deberán facilitar el mapeado de variables en protocolo modbus, objetos BACnet si procede, o cualquier fichero necesario para realizar integración de sistemas de terceros. Especial atención a las comunicaciones en RS485-modbus,los sistemas a integrar deberán coincidir en bit, paridad, y especificaciones técnicas propias de su protocolo RS485-modbus para evitar instalar buses de comunicaciones independientes por sistema/máquina.			
01.04.07	ud	Analizador de redes Powerlogic PM5110	1	970,00 €	970,00 €
		Suministro, instalación y configuración de analizador de redes Scheneider Powelogic Modelo PM5110 y sus correspondientes transformadores de corriente			
		TOTAL CAPITULO 01.04 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN			**4.897,29 €**
		SUBCAPÍTULO 01.05 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN			
1.05.01	ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO	1	327,44 €	327,44 €
		Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico tetrapolar del fabricante ABB o similar, corriente nominal de 6 A, código de curva C y una capacidad de corte de 6 kA.			
1.05.02	ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	1	466,08 €	466,08 €
		Suministro e instalación de interruptor diferencial tetrapolar del fabricante ABB o similar, corriente nominal de 25 A, sensibilidad de fuga a tierra de 300 mA y clase de protección contra fugas a tierra tipo A.			

1.05.03	ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO+DIFERENCIAL ELECTRÓNICO Suministro e instalación de interruptor automático magnetotérmico tetrapolar del fabricante ABB o similar, corriente nominal de 200 A, código de curva C y una capacidad de corte de 25 kA. Sensibilidad regulable de 30 mA hasta 3 A. Disparo regulable de 0 a hasta 3 s y clase de protección contra fugas a tierra tipo A.	2	1.450,00 €	2.900,00 €
1.05.04	ud	DESCARGADOR SOBRETENSIONES TRANSITORIAS TIPO 2 Suministro e instalación de descargador de sobretensiones transitorias Tipo 2 tetrapolar del fabricante CIRPROTEC o similar de 15kA.	1	99,34 €	99,34 €
		TOTAL CAPITULO 01.05 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN			**3.792,86 €**
		SUBCAPÍTULO 01.06 CABLES Y AUXILIARES			
1.06.01	m	CABLE SOLAR UNIPOLAR 6 mm2 Suministro e instalación cable Exzhellent Class Solar ZZ-F (PV1-F) 1x6 mm2 o similar, para conexión entre módulos fotovoltaicos e inversores. Su color deberá ser rojo o similar.	1.500	1,29 €	1.932,00 €
1.06.02	m	CABLE UNIPOLAR 185 mm2 Suministro e instalación de conductor de cobre Exzhellent RZ1-K (AS) 0,6/1kV de 1x185 mm2 o similar, para la parte de corriente alterna de la instalación, libre de halógenos.	350	29,35 €	10.271,80 €
1.06.03	m	BANDEJA AISLADA PERFORADA 60x300 Suministro e instalación bandeja aislada perforada 60x300 del fabricante UNEX o similar con protección de alta resistencia para la intenperie + tapa. Colocación totalmente montada e instalada.	150	37,08 €	5.561,64 €
1.06.04	ud	ARMARIO ELÉCTRICO METÁLICO Suministro y montaje de armario eléctrico del fabricante Schneider o similar, puerta ciega Spacial CRN sin placa de montaje, grado de protección IP 66, montaje en pared, dimensiones 1200x800x300 mm. Se incluye suministro y montaje de carril DIN.	1	336,30 €	336,30 €
1.06.05	ml	TOMA DE TIERRA Suministro e instalación de tierra de protección, realizada con 620 metros de cable de tierra de 16 mm2 conectada a la toma de tierra del edificio.	620	2,27 €	1.406,16 €
		TOTAL CAPITULO 01.06 CABLES Y AUXILIARES			**19.507,90 €**
		SUBCAPÍTULO 01.07 ACUMULACIÓN			
1.07.01	m	WATIMETRO Suministro, montaje y conexionado de inversor trifásico HIBRIDO de potencia nominal 10 kW. Completamente montado, instalado y revisado.	1	1.925,00 €	1.925,00 €
1.07.02	m	BATERÍA DE ALMACENAMIENTO DE 30 kWh Suministro e instalación de batería de litio de alto voltaje para autoconsumo de 30 kWh con módulo de control (BMS). Completamente montado, instalado y revisado.	1	18.285,00€	18.285,00 €
		TOTAL CAPITULO 01.07 ACUMULACIÓN			**20.210,00 €**
		TOTAL CAPITULO 01 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA			**129.626,53€**
		CAPÍTULO 02 SEGURIDAD Y SALUD			
02.01.01	ud	SEGURIDAD Y SALUD Seguridad y salud según el estudio básico de seguridad y salud	1	1.250,00 €	1.250,00 €
		TOTAL CAPITULO 02 SEGURIDAD Y SALUD			**1.250,00 €**
		CAPÍTULO 03 GESTIÓN DE RESIDUOS			

03.01.01	ud	GESTION DE RESIDUOS Estudio de gestión de residuos	1	460,00 €	460,00 €
		TOTAL CAPITULO 03 GESTIÓN DE RESIDUOS			**460,00 €**
		CAPÍTULO 04 INGENIERÍA, PROYECTO VISADO, OCA Y LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN			
04.01.01	ud	INGENIERÍA, PROECTO VISADO, OCA Y LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN Ingeniería, Proyecto visado, OCA y legalización de la instalación	1	980,00 €	980,00 €
		TOTAL CAPITULO 04 INGENIERÍA, PROYECTO VISADO, OCA Y LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN			**980,00 €**
		CAPÍTULO 05 LINEAS DE VIDA			
05.01.01	ud	DESMONTAJE Y MONTAJE LINEAS DE VIDA ACTUALES Desmontaje de 2 líneas de vida de 87 metros conforme a UNE-EN 795:96, con dos anclajes extremos y 7 intermedios cada una instaladas en el ala superior de viga metálica HEB mediante tornillería de fijación y volver a instalarla en el ala inferior de la misma viga metálica, con motivo de la interferencia de estos dispositivos en la futura instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta.	1	3.597,72 €	3.597,72 €
05.01.02	ud	INCORPORACIÓN DE LÍNEA DE VIDA CONTRAPESADA EN CUBIERTA SUPERIOR	1	3.276,00 €	3.276,00 €
		TOTAL CAPITULO 05 MODIFICACIÓN DE LINEA DE VIDA ACTUAL			**6.873,72 €**
		CAPÍTULO 06 VARIOS			
06.01.01	ud	ILUMINACIÓN MARQUESINAS Suministro e instalación de 4 Pantalla Estanca LED 40W 120 cm Aluminio IP65, 50 metros de manguera eléctrica, interruptor y pequeño material.	1	1.042,00 €	1.042,00 €
06.01.02	m2	SANEAMIENTO Y REPARACIÓN TELA ASFALTICA - CUBIERTA PLANA SUROESTE Retirada de piedra de cubierta, saneamiento de desperfectos en tela asfática, suministro y colocación de una lámina asfática tipo KUBERTOL PFG5 Elastómero. Colocación de nuevo de la piedra de cubierta.	144	18,50 €	2.664,00 €
06.01.04	ud	GESTIÓN ADMINISTRATIVA Obtención de todas las autorizaciones y licencias necesarias para la construcción y para la puesta en marcha/operación de la planta, así como la elaboración de la documentación necesaria para obtenerlas. Incluye la preparación de documentación y las gestiones (presentación, seguimiento, defensa).	1	1.960,00 €	1.960,00 €
		TOTAL CAPITULO 06 VARIOS			**5.666,00 €**

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%

1	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	129.626,53 €	89,49%
2	SEGURIDAD Y SALUD	1.250,00 €	0,86%
3	GESTIÓN DE RESIDUOS	460,00 €	0,32%
4	INGENIERÍA, VISADOS, OCA Y LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	980,00 €	0,68%
5	MODIFICACIÓN DE LINEA DE VIDA ACTUAL	6.873,72 €	4,75%
6	VARIOS	5.666,00 €	3,91%
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**144.856,2€**	
	13% Gastos Generales	**18.831,31 €**	
	6% Beneficio Industrial	**8.691,38 €**	
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	**172.378,9€**	
	21% IVA	**36.199,58 €**	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	**208.578,5€**	

Fdo.: Iñigo Van-koningsloo Fernández
Ingeniero Industrial Superior
Colegiado N°: 6.995

V. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 3
1.1. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud.. 3
1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud..... 4
1.3. Datos del proyecto de obra..... 4
2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA 4
3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS 5
3.1. Montaje de estructuras y albañilería..... 5
3.2. Instalación eléctrica..... 10
4. TRABAJOS POSTERIORES 16
5. BOTIQUÍN 21
6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD 22
7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR 22
8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 22
9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 23
10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 23
11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS 25
12. LIBRO DE INCIDENCIAS 26
13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS 27
14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES 27
15. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS..... 27

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) **es inferior** a 450.759,08€.

   PEC = PEM + Gastos Generales + Beneficio Industrial + 21 % IVA = 215.019,19€

   Donde PEM = Presupuesto de Ejecución Material.

b) La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

Plazo de ejecución previsto = 25 días

Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente = 5 trabajadores

c) El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).

   Nº de trabajadores-día =125

d) **No es** una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.2. Objeto del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Conforme se especifica en el Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.3. Datos del proyecto de obra.

Tipo de Obra: Instalación Solar Fotovoltaica conectada a Red de 117,51 kWp de potencia instalada y 110 kW de potencia nominal.

Situación: Sobre cubierta de edificio existente

Población: LEIOA (Bizkaia)

Promotor: PARQUE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE BIZKAIA (A48177752)

Proyectista: Iñigo Van-koningsloo Fernández

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto: Iñigo Van-koningsloo Fernández

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución: a designar por el promotor

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.

- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

El objeto del proyecto es la instalación de producción de energía solar fotovoltaica de 100 kW de potencia nominal, para su conexión a red. Esta instalación se montará sobre la cubierta del edificio existente, una cubierta plana.

En la cubiertase utilizará una estructura de aluminio sobre la que se colocarán los módulos fotovoltaicos y en la cubierta plana la estructura será autoportante fabricada en aluminio y como método de sujección utilizará lastres de hormgión.

La instalación se completa con el sistema eléctrico de conexionado y los elementos de protección y control.

Los trabajos a realizar serán los siguientes:

3.1. Montaje de estructuras y albañilería

Este trabajo comprende las labores de montaje de la estructura de aluminio que servirá de soporte para los módulos fotovoltaicos sobre cubierta plana y cuya máxima altura es de 16 metros.

RIESGOS EVITABLES (Montaje de estructuras y albañilería)	MEDIDAS TÉCNICAS PARA EVITARLOS (Montaje de estructuras y albañilería)
En época de lluvias hay riesgo de atranque de las máquinas y vehículos si salen fuera de los caminos	No salirse de los caminos cuando el terreno esté demasiado húmedo a causa de las lluvias. Se advertirá a los maquinistas del riesgo de atranque de máquinas y se paralizarán las obras en caso de lluvias copiosas.
Atropellos y colisiones por falta de visibilidad en caso de niebla	Se paralizarán las obras en caso de niebla.
Riesgo de electrocución por caída de rayo	Paralización de la obra en caso de aparición de tormenta con aparato eléctrico.
Riesgo de incendio de la maquinaria por fallo de la propia máquina, por caída de rayo o provocado intencionadamente por extraños a la obra	Disponer de extintor en la zona de trabajo. Trabajar con máquina en buenas condiciones de funcionamiento. Paralizar los trabajos en caso de tormenta eléctrica. Mantener la zona despejada de maleza y/o productos inflamables alrededor de la máquina.
Riesgo de caídas al mismo nivel o a distinto nivel por deslizamientos en la cubierta	Se paralizará la obra en cubierta en caso de mal estado de la misma. Se paralizará la obra en cubierta en caso de que soplen vientos superiores a 60 km/h, o en caso de heladas, lluvia o nieve.

RIESGOS NO EVITABLES (Montaje de estructuras y albañilería)	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS PARA MINIMIZARLOS (Montaje de estructuras y albañilería)
Caídas a distinto nivel	Uso de escaleras y andamios auxiliares adecuados y normalizados. Uso de plataforma elevadora. Se reducirá al mínimo la permanencia en altura de los trabajadores, para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número posible de acoples necesarios. Se dispondrá un alambre de forma longitudinal en la cumbre de la cubierta sujeto adecuadamente a ella, para el anclaje de los arneses de seguridad de los trabajadores. El trabajador que efectúe la colocación de esta línea de vida deberá ir atado mediante un arnés de seguridad a la plataforma elevadora. En todo momento de trabajo en la cubierta será obligatorio el uso del cinturón de seguridad, correctamente anclado a la línea de vida. Será obligatorio el uso de calzado antideslizante en todo momento. No se permitirá la tirada de escombros por fachadas ni patios de luces.

Caídas al mismo nivel	Mantener limpia y despejada la zona de trabajo. Dependiendo del volumen de escombro que se genere se instalarán trompas o contenedores pequeños para recoger la basura generada.
Caídas de material a distinto nivel	Se dispondrá una malla longitudinal en la parte más baja de la cubierta para evitar caídas de cualquier tipo de material a distinto nivel. Se vallará la zona con peligro de posibles caídas de objetos desde la cubierta con objeto de impedir el paso a personas no autorizadas.
Atropellos por maquinaria y/o vehículos de la obra Atrapamientos por maquinaria y/o vehículos de la obra Atrapamientos por vuelco de maquinaria y/o vehículos de la obra Colisiones y vuelcos de máquinas y/o vehículos de la obra	Limpieza de la zona de trabajo. Limitar el acceso a obra. Utilización de ropa de trabajo visible (color amarillo o naranja) o funda de otro color y chaleco reflectante. Señalización acústica de marcha atrás en máquinas y camiones. Señalización luminosa "rotativo", en toda la maquinaria de obra. Situarse fuera de la zona de influencia de la maquinaria o camiones. Zona de trabajo sin desniveles acusados. Mantener una velocidad adecuada a las condiciones de las pistas. Mantener el vehículo o máquina en perfectas condiciones para trabajar, vigilar los frenos. Si se pasa por zona de agua, vigilar el comportamiento de los frenos por posible afección de la humedad.
Atropellos por vehículos que pasan por la obra y no son de la obra	Mantener la obra libre de obstáculos y limpia de materiales que pudieran dificultar la detención de los vehículos. Limitar el acceso a la obra. Señalización del área de trabajo con señales de limitación de velocidad, advertencia de peligro de proximidad de obras.
Contaminación por polvo de la propia obra y/o circulación de camiones	Limpieza de la zona de trabajo. Limitar los accesos a la obra. Mantener húmeda la zona de trabajo. Mascarilla de protección.
Pisadas sobre objetos	Limpieza de la zona de trabajo. Balizamiento de zonas potencialmente peligrosas. Limitar los accesos a la obra.
Choque contra objetos móviles	Limpieza de la zona de trabajo. Balizamiento de las zonas potencialmente peligrosas. Limitar los accesos a la obra. Mantener la distancia de seguridad, sobre todo en maniobras. Señalizar con medios visibles los objetos potencialmente peligrosos. Mantener despejada la zona de influencia de las máquinas.

Golpes causados por objetos o herramientas	Antes de utilizar una nueva herramienta asegurarse de que se conoce su funcionamiento. No utilizar las herramientas para un uso distinto de aquél para el que han sido diseñados. Uso de guantes, casco y botas de seguridad.
Caídas de objetos sobre operarios	Limpieza de la zona de trabajo. Limitar los accesos a la obra. Balizamiento de las zonas potencialmente peligrosas. Mantenerse fuera del radio de acción de las máquinas. Uso de casco de seguridad.
Caídas de materiales transportados	Las labores de transporte, carga y descarga se realizarán con vehículos adecuados a la carga y siempre utilizando elementos de enganche que no dañen el material. Los elementos prefabricados o montados en taller serán dispuestos de manera que puedan ser transportados sin excesiva dificultad hasta la obra. La disposición de la carga en el vehículo durante el transporte y almacenaje se realizará con especial atención a efecto de evitar golpes y/o pandeos del material. Los materiales a transportar serán embalados correctamente. Zona de trabajo sin desniveles acusados, ni baches. Uso de guantes, botas, casco de seguridad y ropa de trabajo. Utilizar plataformas de descarga de materiales. Manipular las cargas adecuadamente, haciendo trabajar las piernas y no la espalda, manteniendo la carga próxima al cuerpo. Uso de protectores lumbares. Utilización de carros y carretillas para transportes cortos
Lesiones y/o cortes en manos y pies	
Sobreesfuerzos al distribuir y colocar las señalizaciones, al retirar algún material en la zona de trabajo, al manipular maquinaria como el cambio de ruedas, al manipular los materiales de obra, …	
Quemaduras por contacto del material en la piel, en soldaduras	Uso de guantes, casco de seguridad y ropa de trabajo funda o similar. Uso de gafas de protección en las soldaduras o pantalla de soldador.
Vibraciones en los conductores de maquinaria	Mantener la zona de trabajo sin irregularidades, ni baches. Utilizar protectores lumbares y cinturones antivibraciones.
Riesgo de Ruido, dentro de la cabina de las máquinas	Medición del nivel sonoro de los puestos de trabajo. Reconocimiento médico periódico. Utilizar protectores auditivos.

Agentes naturales: lluvia, niebla, calor excesivo	Suspensión de los trabajos en caso de niebla y/o lluvia fuerte. En caso de calor excesivo, mantener el nivel de hidratación bebiendo abundante agua y bebidas isotónicas. Utilizar cremas con niveles altos de protección solar. Reconocimiento médico periódico. Con lluvias, utilizar traje de agua.
Proyecciones de fragmentos o partículas de piedra por el paso de vehículos a velocidad por la zona de trabajo	Mantener la zona de trabajo libre de piedras que pudieran originar proyecciones. Mantenerse fuera del radio de acción de la maquinaria.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS

- Se considera un 65 % de eficacia, dejando un 35% de incertidumbre ante posibles incumplimientos de las medidas.

RESUMEN DE LAS PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Se utilizará ropa de trabajo visible, funda o similar.
- Chaleco reflectante.
- Casco protector.
- Cinturón o arnés de seguridad.
- Traje de agua.
- Botas de seguridad.
- Guantes.
- Gafas de seguridad.
- Pantalla de soldador.
- Mascarilla antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Cinturón antvibraciones.
- Protector lumbar.

RESUMEN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se paralizarán las obras en caso de niebla, lluvia copiosa, tormenta eléctrica o vientos superiores a 60 km/h.
- Se paralizarán las obras en caso de mal estado de la superficie de la cubierta.
- Se mantendrá limpia y despejada la zona de trabajo.
- Se limitará el acceso a la obra.
- Se dispondrá de extintor en la zona de trabajo.
- Habrá señalización acústica de marcha atrás en máquinas y camiones.

- Habrá señalización luminosa "rotativo", en toda la maquinaria de obra.
- Se mantendrán los vehículos o máquinas en perfectas condiciones para trabajar.
- Se balizará las zonas potencialmente peligrosas.
- Se marcará la obra con señales de limitación de velocidad y advertencia de peligro de proximidad de obras.
- Se dispondrá de agua y bebidas isotónicas.
- Se embalarán correctamente los materiales antes de su transporte a la obra.
- Las herramientas y/o máquinas serán utilizadas por personas que sepan manejarlas.
- Las labores de transporte, carga y descarga se realizarán con vehículos adecuados a la carga y siempre utilizando elementos de enganche que no dañen el material.
- Los elementos prefabricados o montados en taller serán dispuestos de manera que puedan ser transportados sin excesiva dificultad hasta la obra.
- La disposición de la carga en el vehículo durante el transporte y almacenaje se realizará con especial atención a efecto de evitar golpes y/o pandeos del material.
- Se utilizarán carros y carretillas para transportes cortos.
- Se reducirá al mínimo la permanencia en altura de los trabajadores, para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número posible de acoples necesarios.
- Se dispondrá una malla de retención a lo largo del borde más bajo de la cubierta con objeto de evitar caídas de material a distinto nivel. Además, la herramienta manual utilizada estará dentro de cestos o contenedores dispuestos para tal fin, retornándose a su sitio una vez utilizada.
- Se tenderá un cable de acero correctamente anclado a la cubierta en su parte más alta que asegure una perfecta sujeción de los arneses de seguridad de los trabajadores.

3.2. Instalación eléctrica

Consistirá en la conexión de los paneles fotovoltaicos, colocación de los cuadros eléctricos con todos los elementos

de protección y control, inversor para el acoplamiento a la red y puesta a tierra de los distintos elementos.

RIESGOS EVITABLES (Instalación eléctrica)	MEDIDAS TÉCNICAS PARA EVITARLOS (Instalación eléctrica)
Riesgo de electrocución por caída de rayo	Paralización de la obra en caso de aparición de tormenta con aparato eléctrico.
Riesgo de incendio de la maquinaria por fallo de la propia máquina, por caída de rayo o provocado intencionadamente por extraños a la obra	Disponer de extintor en la zona de trabajo. Trabajar con máquina en buenas condiciones de funcionamiento. Paralizar los trabajos en caso de tormenta eléctrica. Mantener la zona despejada de maleza y/o productos inflamables alrededor de la máquina.
Riesgo de caídas al mismo nivel o a distinto nivel por deslizamientos en la cubierta	Se paralizará la obra en cubierta en caso de mal estado de la misma. Se paralizará la obra en cubierta en caso de que soplen vientos superiores a 60 km/h, o en caso de heladas, lluvia o nieve.

RIESGOS NO EVITABLES (Instalación eléctrica)	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS PARA MINIMIZARLOS (Instalación eléctrica)
Caídas a distinto nivel	Uso de escaleras y andamios auxiliares adecuados y normalizados. Uso de plataforma elevadora. Se reducirá al mínimo la permanencia en altura de los trabajadores, para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número posible de acoples necesarios. Se dispondrá un alambre de forma longitudinal en la cumbre de la cubierta sujeto adecuadamente a ella, para el anclaje de los arneses de seguridad de los trabajadores. El trabajador que efectúe la colocación de esta línea de vida deberá ir atado mediante un arnés de seguridad a la plataforma elevadora. En todo momento de trabajo en la cubierta será obligatorio el uso del cinturón de seguridad, correctamente anclado a la línea de vida. Será obligatorio el uso de calzado antideslizante en todo momento. No se permitirá la tirada de escombros por fachadas ni patios de luces.
Caídas al mismo nivel	Mantener limpia y despejada la zona de trabajo. Dependiendo del volumen de escombro que se genere se instalarán trompas o contenedores pequeños para recoger la basura generada.
Caídas de material a distinto nivel	Se dispondrá una malla longitudinal en la parte más baja de la cubierta para evitar caídas de cualquier tipo de material a distinto nivel. Se vallará la zona con peligro de posibles

	caídas de objetos desde la cubierta con objeto de impedir el paso a personas no autorizadas.
Contactos eléctricos directos Contactos eléctricos indirectos	El montaje de los aparatos eléctricos, será realizado por personal especialista. Se utilizarán guantes y botas de aislamiento eléctrico. La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos eléctricos. Se establece 48 V como nivel de tensión de seguridad personal, tanto en el lado de continua como en el de alterna. En los circuitos con tensión superior a la de seguridad personal, no se manipulará un conductor activo mientras el otro conductor activo esté accesible y no conectado o protegido. La exposición de las células de un módulo fotovoltaico a la luz, provoca la aparición de tensión en sus terminales. Para evitarlo, se puede apoyar el módulo boca abajo (sobre una superficie adecuada) o cubrir completamente la superficie de captación con algún elemento opaco, como un cartón o una manta (no utilizar plásticos para esta función). Los elementos y materiales que forman parte de la instalación serán de Clase II. No se llevarán objetos personales metálicos (relojes, cadenas, etc), que puedan provocar un contacto eléctrico indirecto. El sistema de corriente continua tendrá ambos polos aislados de tierra. Esta configuración supone en sí misma, un elevado nivel de protección ya que en el contacto involuntario de una persona con una parte activa, la corriente que circula a tierra a través suya es únicamente la corriente capacitiva determinada por la capacidad entre la instalación y tierra, corriente que suele alcanzar muy pocos miliamperios. La estructura soporte, y con ella los módulos fotovoltaicos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas.
Atropellos por vehículos que pasan por la obra y no son de la obra	Mantener la obra libre de obstáculos y limpia de materiales que pudieran dificultar la detención de los vehículos. Limitar el acceso a la obra. Señalización del área de trabajo con señales de limitación de velocidad, advertencia de peligro de proximidad de obras.
Pisadas sobre objetos	Limpieza de la zona de trabajo.

	Balizamiento de zonas potencialmente peligrosas. Limitar los accesos a la obra.
Choque contra objetos móviles	Limpieza de la zona de trabajo. Balizamiento de las zonas potencialmente peligrosas. Limitar los accesos a la obra. Mantener la distancia de seguridad, sobre todo en maniobras. Señalizar con medios visibles los objetos potencialmente peligrosos Mantener despejada la zona de influencia de las máquinas.
Golpes causados por objetos o herramientas	Antes de utilizar una nueva herramienta asegurarse de que se conoce su funcionamiento. No utilizar las herramientas para un uso distinto de aquél para el que han sido diseñados. Uso de guantes, casco y botas de seguridad.
Caídas de objetos sobre operarios	Limpieza de la zona de trabajo. Limitar los accesos a la obra. Balizamiento de las zonas potencialmente peligrosas. Mantenerse fuera del radio de acción de las máquinas Uso de casco de seguridad.
Caídas de materiales transportados	Las labores de transporte, carga y descarga se realizarán con vehículos adecuados a la carga y siempre utilizando elementos de enganche que no dañen el material. Los materiales a transportar serán embalados correctamente. Zona de trabajo sin desniveles acusados, ni baches. Uso de guantes, botas, casco de seguridad y ropa de trabajo. Utilizar plataformas de descarga de materiales. Manipular las cargas adecuadamente, haciendo trabajar las piernas y no la espalda, manteniendo la carga próxima al cuerpo. Uso de protectores lumbares. Utilización de carros y carretillas para transportes cortos.
Lesiones y/o cortes en manos y pies	
Sobreesfuerzos al distribuir y colocar las señalizaciones, al retirar algún material en la zona de trabajo, al manipular maquinaria como el cambio de ruedas, al manipular los materiales de obra, …	
Quemaduras por contacto del material en la piel, en soldaduras	Uso de guantes, casco de seguridad y ropa de trabajo funda o similar. Uso de gafas de protección en las soldaduras o pantalla de soldador.
Agentes naturales: lluvia, niebla, calor excesivo	Suspensión de los trabajos en cado de niebla y/o lluvia fuerte. En caso de calor excesivo, mantener el nivel de hidratación bebiendo abundante agua y bebidas isotónicas. Utilizar cremas con niveles altos de protección solar. Reconocimiento médico periódico. Con lluvias, utilizar traje de agua.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS

- Se considera un 80 % de eficacia, dejando un 20% de incertidumbre ante posibles incumplimientos de las medidas

RESUMEN DE LAS PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Se utilizará ropa de trabajo visible, funda o similar.
- Chaleco reflectante.
- Casco protector.
- Cinturón o arnés de seguridad.
- Traje de agua.
- Botas de seguridad y Botas de aislamiento eléctrico.
- Guantes y Guantes de aislamiento eléctrico.
- Gafas de seguridad.
- Pantalla de soldador.
- Protector lumbar.

RESUMEN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se paralizarán las obras en caso de niebla, lluvia copiosa, tormenta eléctrica o vientos superiores a 60 km/h.
- Se mantendrá limpia y despejada la zona de trabajo.
- Se limitará el acceso a la obra.
- Se dispondrá de extintor en la zona de trabajo.
- Se balizará las zonas potencialmente peligrosas.
- Se marcará la obra con señales de limitación de velocidad y advertencia de peligro de proximidad de obras
- Se dispondrá de agua y bebidas isotónicas.
- Se embalarán correctamente los materiales antes de su transporte a la obra.
- Las herramientas y/o máquinas serán utilizadas por personas que sepan manejarlas.
- Se reducirá al mínimo la permanencia en altura de los trabajadores, para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número posible de acoples necesarios.
- Se dispondrá una malla de retención a lo largo del borde más bajo de la cubierta con objeto de evitar caídas de material a distinto nivel. Además, la herramienta manual utilizada estará dentro de cestos o contenedores dispuestos para tal fin, retornándose a su sitio una vez utilizada.

- Se tenderá un cable de acero correctamente anclado a la cubierta en su parte más alta que asegure una perfecta sujeción de los arneses de seguridad de los trabajadores.
- Las labores de transporte, carga y descarga se realizarán con vehículos adecuados a la carga y siempre utilizando elementos de enganche que no dañen el material.
- La disposición de la carga en el vehículo durante el transporte y almacenaje se realizará con especial atención a efecto de evitar golpes y/o pandeos del material.
- Se utilizarán carros y carretillas para transportes cortos.
- El montaje de los aparatos eléctricos, será realizado por personal especialista.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos eléctricos.
- Se establece 48 V como nivel de tensión de seguridad personal, tanto en el lado de continua como en el de alterna. En los circuitos con tensión superior a la de seguridad personal, no se manipulará un conductor activo mientras el otro conductor activo esté accesible y no conectado o protegido.
- La exposición de las células de un módulo fotovoltaico a la luz, provoca la aparición de tensión en sus terminales. Para evitarlo, se puede apoyar el módulo boca abajo (sobre una superficie adecuada) o cubrir completamente la superficie de captación con algún elemento opaco, como un cartón o una manta (no utilizar plásticos para esta función).
- Los elementos y materiales que forman parte de la instalación serán de Clase II.
- El sistema de corriente continua tendrá ambos polos aislados de tierra. Esta configuración supone en sí misma, un elevado nivel de protección ya que en el contacto involuntario de una persona con una parte activa, la corriente que circula a tierra a través suya es únicamente la corriente capacitiva determinada por la capacidad entre la instalación y tierra, corriente que suele alcanzar muy pocos miliamperios.
- La estructura soporte, y con ella los módulos fotovoltaicos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la

tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas.

4. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Articulo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Los trabajos posteriores, será la realización del mantenimiento de la instalación fotovoltaica.

RIESGOS EVITABLES (Mantenimiento de la instalación)	MEDIDAS TÉCNICAS PARA EVITARLOS (Mantenimiento de la Instalación)
Riesgo de electrocución por caída de rayo	Paralización del mantenimiento de la instalación en caso de aparición de tormenta con aparato eléctrico.
Riesgo de incendio de la maquinaria por fallo de la propia máquina, por caída de rayo o provocado intencionadamente por extraños a la obra	Disponer de extintor en la zona de trabajo. Trabajar con máquina en buenas condiciones de funcionamiento. Paralizar los trabajos en caso de tormenta eléctrica. Mantener la zona despejada de maleza y/o productos inflamables alrededor de la máquina.
Riesgo de caídas al mismo nivel o a distinto nivel por deslizamientos en la cubierta	Se paralizará la obra en cubierta en caso de mal estado de la misma. Se paralizará la obra en cubierta en caso de que soplen vientos superiores a 60 km/h, o en caso de heladas, lluvia o nieve.

RIESGOS NO EVITABLES (Mantenimiento de la instalación)	MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS PARA MINIMIZARLOS (Mantenimiento de la instalación)
Contactos eléctricos directos Contactos eléctricos indirectos	El mantenimiento de los aparatos eléctricos, será realizado por personal especialista. Se utilizarán guantes y botas de aislamiento eléctrico. La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos eléctricos. Se establece 48 V como nivel de tensión de seguridad personal, tanto en el lado de continua como en el de alterna. En los circuitos con tensión superior a la de seguridad personal, no se manipulará un conductor activo mientras el otro conductor activo esté accesible y no conectado o protegido. La exposición de las células de un módulo fotovoltaico a la luz, provoca la aparición de tensión en sus terminales. Para evitarlo, se puede apoyar el módulo boca abajo (sobre una superficie adecuada) o cubrir completamente la superficie de captación con algún elemento opaco, como un cartón o una manta (no utilizar plásticos para esta función) Los elementos y materiales que forman parte de la instalación serán de Clase II. No se llevarán objetos personales metálicos (relojes, cadenas, etc), que puedan provocar un contacto eléctrico indirecto. El sistema de corriente continua tendrá ambos polos aislados de tierra. Esta configuración supone en sí misma, un elevado nivel de protección ya que en el contacto involuntario de una persona con una parte activa, la corriente que circula a tierra a través suya es únicamente la corriente capacitiva determinada por la capacidad entre la instalación y tierra, corriente que suele alcanzar muy pocos miliamperios. La estructura soporte, y con ella los módulos fotovoltaicos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas.

Caídas a distinto nivel	Uso de escaleras y andamios auxiliares adecuados y normalizados. Uso de plataforma elevadora. Se reducirá al mínimo la permanencia en altura de los trabajadores, para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número posible de acoples necesarios. Se dispondrá un alambre de forma longitudinal en la cumbre de la cubierta sujeto adecuadamente a ella, para el anclaje de los arneses de seguridad de los trabajadores. El trabajador que efectúe la colocación de esta línea de vida deberá ir atado mediante un arnés de seguridad a la plataforma elevadora. En todo momento de trabajo en la cubierta será obligatorio el uso del cinturón de seguridad, correctamente anclado a la línea de vida. Será obligatorio el uso de calzado antideslizante en todo momento. No se permitirá la tirada de escombros por fachadas ni patios de luces.
Caídas al mismo nivel	Mantener limpia y despejada la zona de trabajo. Dependiendo del volumen de escombro que se genere se instalarán trompas o contenedores pequeños para recoger la basura generada.
Caídas de material a distinto nivel	Se dispondrá una malla longitudinal en la parte más baja de la cubierta para evitar caídas de cualquier tipo de material a distinto nivel. Se vallará la zona con peligro de posibles caídas de objetos desde la cubierta con objeto de impedir el paso a personas no autorizadas.
Atropellos por vehículos que pasan por la obra y no son de la obra	Mantener la obra libre de obstáculos y limpia de materiales que pudieran dificultar la detención de los vehículos Limitar el acceso a la obra. Señalización del área de trabajo con señales de limitación de velocidad, advertencia de peligro de proximidad de obras.
Pisadas sobre objetos	Limpieza de la zona de trabajo. Balizamiento de zonas potencialmente peligrosas. Limitar los accesos a la obra.
Choque contra objetos móviles	Limpieza de la zona de trabajo. Balizamiento de las zonas potencialmente peligrosas. Limitar los accesos a la obra. Mantener la distancia de seguridad, sobre todo en maniobras. Señalizar con medios visibles los objetos potencialmente peligrosos. Mantener despejada la zona de influencia de las máquinas.

Golpes causados por objetos o herramientas	Antes de utilizar una nueva herramienta asegurarse de que se conoce su funcionamiento. No utilizar las herramientas para un uso distinto de aquél para el que han sido diseñadas. Uso de guantes, casco y botas de seguridad.
Caídas de objetos sobre operarios	Limpieza de la zona de trabajo. Limitar los accesos a la obra. Balizamiento de las zonas potencialmente peligrosas. Mantenerse fuera del radio de acción de las máquinas. Uso de casco de seguridad.
Caídas de materiales transportados Lesiones y/o cortes en manos y pies Sobreesfuerzos al distribuir y colocar las señalizaciones, al retirar algún material en la zona de trabajo, al manipular maquinaria como el cambio de ruedas, al manipular los materiales de obra, …	Las labores de transporte, carga y descarga se realizarán con vehículos adecuados a la carga y siempre utilizando elementos de enganche que no dañen el material. Los materiales a transportar serán embalados correctamente Zona de trabajo sin desniveles acusados, ni baches. Uso de guantes, botas, casco de seguridad y ropa de trabajo. Utilizar plataformas de descarga de materiales. Manipular las cargas adecuadamente, haciendo trabajar las piernas y no la espalda, manteniendo la carga próxima al cuerpo. Uso de protectores lumbares. Utilización de carros y carretillas para transportes cortos.
Quemaduras por contacto del material en la piel, en soldaduras	Uso de guantes, casco de seguridad y ropa de trabajo funda o similar. Uso de gafas de protección en las soldaduras o pantalla de soldador.
Agentes naturales: lluvia, niebla, calor excesivo	Suspensión de los trabajos en cado de niebla y/o lluvia fuerte. En caso de calor excesivo, mantener el nivel de hidratación bebiendo abundante agua y bebidas isotónicas. Utilizar cremas con niveles altos de protección solar. Reconocimiento médico periódico. Con lluvias, utilizar traje de agua.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS

- Se considera un 80 % de eficacia, dejando un 20% de incertidumbre ante posibles incumplimientos de las medidas

RESUMEN DE LAS PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Se utilizará ropa de trabajo visible, funda o similar.
- Chaleco reflectante.
- Casco protector.

- Cinturón o arnés de seguridad.
- Traje de agua.
- Botas de seguridad y Botas de aislamiento eléctrico.
- Guantes de aislamiento eléctrico.
- Gafas de seguridad.
- Pantalla de soldador.
- Protector lumbar.

RESUMEN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se paralizarán las obras en caso de niebla, lluvia copiosa, tormenta eléctrica o vientos superiores a 60 km/h.
- Se mantendrá limpia y despejada la zona de trabajo.
- Se limitará el acceso a la obra.
- Se dispondrá de extintor en la zona de trabajo.
- Se balizará las zonas potencialmente peligrosas.
- Se marcará la obra con señales de limitación de velocidad y advertencia de peligro de proximidad de obras.
- Se dispondrá de agua y bebidas isotónicas.
- Se embalarán correctamente los materiales antes de su transporte a la obra.
- Las herramientas y/o máquinas serán utilizadas por personas que sepan manejarlas.
- Se reducirá al mínimo la permanencia en altura de los trabajadores, para ello se realizará a nivel del suelo el mayor número posible de acoples necesarios.
- Se dispondrá una malla de retención a lo largo del borde más bajo de la cubierta con objeto de evitar caídas de material a distinto nivel. Además, la herramienta manual utilizada estará dentro de cestos o contenedores dispuestos para tal fin, retornándose a su sitio una vez utilizada.
- Se tenderá un cable de acero correctamente anclado a la cubierta en su parte más alta que asegure una perfecta sujeción de los arneses de seguridad de los trabajadores.
- Las labores de transporte, carga y descarga se realizarán con vehículos adecuados a la carga y siempre utilizando elementos de enganche que no dañen el material.
- La disposición de la carga en el vehículo durante el transporte y almacenaje se realizará con especial

atención a efecto de evitar golpes y/o pandeos del material.

- Se utilizarán carros y carretillas para transportes cortos.
- El mantenimiento de los aparatos eléctricos, será realizado por personal especialista.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores, estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos eléctricos.
- Se establece 48 V como nivel de tensión de seguridad personal, tanto en el lado de continua como en el de alterna. En los circuitos con tensión superior a la de seguridad personal, no se manipulará un conductor activo mientras el otro conductor activo esté accesible y no conectado o protegido.
- La exposición de las células de un módulo fotovoltaico a la luz, provoca la aparición de tensión en sus terminales. Para evitarlo, se puede apoyar el módulo boca abajo (sobre una superficie adecuada) o cubrir completamente la superficie de captación con algún elemento opaco, como un cartón o una manta (no utilizar plásticos para esta función).
- Los elementos y materiales que forman parte de la instalación serán de Clase II.
- El sistema de corriente continua tendrá ambos polos aislados de tierra. Esta configuración supone en sí misma, un elevado nivel de protección ya que en el contacto involuntario de una persona con una parte activa, la corriente que circula a tierra a través suya es únicamente la corriente capacitiva determinada por la capacidad entre la instalación y tierra, corriente que suele alcanzar muy pocos miliamperios.
- La estructura soporte, y con ella los módulos fotovoltaicos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas.

5. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto **se ha reservado un Capítulo** con una partida alzada de 1.250,00 € **para Seguridad y Salud.**

7. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un **aviso** a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

8. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuese necesaria la designación del Coordinador.

9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Éste podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

10. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

a) Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

d) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

11. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
   - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
   - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
   - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
   - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
   - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
   - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
   - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
   - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
   - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
   - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
b) Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

c) Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
d) Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

12. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, estará obligado a remitir en el plazo de **veinticuatro horas** una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

13. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

14. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

15. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Fdo.: Iñigo Van-koningsloo Fernández
Ingeniero Industrial Superior
Colegiado Nº: 6.995

VI. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

1. Memoria 3
2. Definiciones 3
3. Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores, así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014-83791).9
4. Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos..... 13
4.1. Explicación de la estimación 16
5. Medidas de segregación "In-situ" previstas (clasificación/selección) 17
6. Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos (en este caso se identificará el destino previsto 18
7. Medidas para la separación en obra 19

1. Memoria

De acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y el Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición de la Consejera de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca de la Comunidad Autónoma del País Vasco, se presenta el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición con el siguiente contenido:

- ✓ Identificación de los residuos
- ✓ Estimación de la cantidad que se generará (en Tn y m3)
- ✓ Medidas de segregación "in situ"
- ✓ Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos (indicar cuáles)
- ✓ Operaciones de valorización "in situ".
- ✓ Destino previsto para los residuos.
- ✓ Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- ✓ Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

2. Definiciones

Tal y como se especifica en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y el Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición de la Consejera de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca de la Comunidad Autónoma del País Vasco, se definen las definiciones que el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición va a utilizar.

a) **Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en:**

1. La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
2. La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.

   Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como: plantas de machaqueo; plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento; plantas de prefabricados de hormigón; plantas de fabricación de mezclas bituminosas; talleres de fabricación de encofrados; talleres de elaboración de ferralla; almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra

b) **Obra mayor:** aquella obra de construcción o demolición no incluida en la definición del apartado anterior.

c) **Edificios o instalaciones potencialmente contaminados:** aquellos edificios o instalaciones en los cuales se ha desarrollado alguna actividad potencialmente contaminante del suelo de acuerdo con lo que entiende

por tal la normativa sobre suelos contaminados. Los emplazamientos que soporten dichos edificios podrán estar o no incluidos en el inventario de suelos de la Comunidad Autónoma del País Vasco que soportan o han soportado actividades o instalaciones potencialmente contaminantes del suelo.

d) **Residuos de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de «residuo» incluida en la normativa reguladora de los residuos se genera en una obra de construcción y demolición.

e) **Materiales de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que no siendo un residuo se genera en una obra de construcción o demolición y se utiliza sin transformaciones ulteriores más allá de la práctica profesional normal.

f) Persona productora de residuos de construcción y demolición:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de persona productora del residuo la persona física o jurídica titular del inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica titular que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
3. La persona importadora o adquiriente en cualquier estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

g) **Persona poseedora de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de persona gestora de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de persona poseedora la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como la o el constructor, subcontratistas o trabajadoras y trabajadores autónomos. En todo caso no tendrán la consideración de persona poseedora de residuos de construcción y demolición quienes trabajen por cuenta ajena.

h) **Planta móvil:** aquella instalación que se monta o traslada para acercarse al residuo que se pretende tratar y no tiene carácter de permanencia en el lugar, puesto que se encuentra vinculada a una obra concreta.

i) **Punto limpio de competencia local:** instalaciones de titularidad pública local en las que se depositan, segregan y almacenan determinados residuos domésticos para su posterior traslado a plantas de tratamiento a fin de garantizar su correcta gestión, optimizando la valorización.

Responden también a este concepto denominaciones tales como garbigune o deposito alternativo de residuos (DAR) utilizadas en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Residuo:

Según la ley 22/2011 se define residuo a cualquier sustancia u objeto del que su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse.

Residuo peligroso: Son materias que en cualquier estado físico o químico contienen elementos o sustancias que pueden representar un peligro para el medio ambiente, la salud humana

o los recursos naturales. En última instancia, se considerarán residuos peligrosos los indicados en la "Orden MAM/304/2002, así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014-83791), por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos" y en el resto de normativa nacional y comunitaria.

También tendrán consideración de residuo peligroso los envases y recipientes que hayan contenido residuos o productos peligrosos.

Residuos no peligrosos: Todos aquellos residuos no catalogados como tales según la definición anterior. Residuo inerte: Aquel residuo No Peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixivialidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Residuo de construcción y demolición: Cualquier sustancia u objeto que cumpliendo con la definición de residuo se genera en una obra de construcción y de demolición.

Código LER: Código de 6 dígitos para identificar un residuo según la Orden MAM/304/2002, así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de

residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014- 83791).

Productor de residuos: La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor de residuos la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.

Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Volumen aparente: volumen total de la masa de residuos en obra, espacio que ocupan acumulados sin compactar con los espacios vacíos que quedan incluidos entre medio. En última instancia, es el volumen que realmente ocupan en obra.

Volumen real: Volumen de la masa de los residuos sin contar espacios vacíos, es decir, entendiendo una teórica masa compactada de los mismos.

Gestor de residuos: La persona o entidad pública o privada que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos. Han de estar autorizados o registrados por el organismo autonómico correspondiente.

Destino final: Cualquiera de las operaciones de valorización y eliminación de residuos enumeradas en la "Orden MAM/304/2002, así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014

(2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014-83791), por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos".

Reutilización: El empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Reciclado: La transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.

Valorización: Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.

3. Identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores, así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014-83791).

A continuación se presenta una estimación de las cantidades, expresadas 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 así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014-83791).

Siguiendo lo expresado en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se consideran residuos y por tanto no se incluyen en la tabla 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.

A este efecto del Decreto 112/2012 de la Comunidad Autónoma del País Vasco se identifica la segregación de residuos de construcción y demolición procedentes de la obra tal y como se especifica en el Artículo 8 y de acuerdo a las cantidades mínimas exigibles recogidos en el ANEXO I:

Descripción	**t mínimas según RD 105/2008**	**t mínimas según Decreto 112/2012**	**LER**
Hormigón	80,00 t	10 t	LER 17 01 01
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 t	10 t	LER 17 01 02 LER 17 01 03
Metales	2,00 t	Siempre	LER 17 04
Madera	1,00 t	Siempre	LER 17 02 01
Vidrio	1,00 t	0,25 t	LER 17 02 02
Plásticos	1,00 t	Siempre	LER 17 02 03
Papel y cartón	1,00 t	0,25 t	LER 15 01 01
Yeso	--	Siempre	

Teniendo en cuenta que hay dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD):

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

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

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

Los residuos a generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002 así como la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, aplicable desde el 1 de junio de 2015. Ref. (Ref. DOUE-L-2014-83791). No

se consideraran incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

A los efectos del cálculo del volumen de residuos generados se ha estimado en función de la instalación solar fotovoltaica, es decir, número de módulos, inversores, material eléctrico, herrajes, etc.

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

Teniendo en cuenta que los trabajos de la obra conllevan las siguientes fases de ejecución según el proyecto de ejecución y el Anexo V Gestión de residuos del mismo:

FASE 1. Obra civil, que comprende:

- Preparación de los terrenos.
- Hincado de los paneles fotovoltaicos.

Fase 2. Montaje:

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será:

- Montaje mecánico,
- Montaje eléctrico
- Montaje de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimiento de tierras para la explanación minimizando la gestión de las mismas.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisa de cimentaciones de hormigón.

En base a estos datos, los aportados por el Estudio de Gestión de residuos del proyecto, los datos del Plan Nacional de RCD, la estimación completa de residuos en la obra es:

Estimación de residuos		
Superficie afectada por la obra	986,96	m^2
Espesor de capa	0	m
Volumen de residuos	0,296	m^3
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m^3)	0,682	T/m^3
Toneladas de residuos	0,207	T
Estimación de volumen de tierras procedentes de la excavación	0	m^3
Presupuesto de ejecución material de la obra.	177.701,81	€
Presupuesto gestión de residuos	460,00	€
Presupuesto de excavación de tierras en proyecto.	0	€

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados por la Comunidad del País Vasco de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

A.1.: RCDs Nivel II				
		Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m^3 Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		0,00	1,00	0,00
A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m^3 Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétrea				
1. Asfalto	2,15	0,00	1,3	0,00
2. Madera	6,75	0,12	0,6	0,2
3. Metales	5,08	0,00	1,5	0,00
4. Papel y cartón	2	0,082	0,9	0,0905
5. Plástico	4,63	0,005	0,9	0,0056
6. Vidrio	0,38	0,00	1,5	0,00
7. Yeso	12,78	0,00	1,2	0,00
TOTAL estimación	33,77	**0,207**	**0,682**	**0,296**
RCD: Naturaleza pétrea				
1. Arena Grava y otros áridos	3,8	0,00	1,5	0,00
2. Hormigón	5,25	0,00	1,5	0,00
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	51,78	0,00	1,5	0,00
4. Piedra	2,5	0,00	1,5	0,00
TOTAL estimación	**63,33**	**0,00**		**0,00**
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	0,5	0,00	0,9	0,00
2. Potencialmente peligrosos y otros	2,4	0,00	0,5	0,00
TOTAL estimación	**2,9**	0,00		**0,00**

4.1. Explicación de la estimación

EXCAVACIÓN: NO VA A HABER NADA

HORMIGÓN: NO hay previsto residuos

ASFALTO: NO HAY NADA EN LA AZOTEA

MADERA: TOTAL=120KG

- SERÁ LA PROPIA DE LOS PALETS DE LOS EQUIPOS. SIENDO ESTOS PALETS DEVUELTOS Y POR ELLO RECICLADOS POR COMPLETO. Se estiman 6 palets de 20kg cada uno.

METALES: TOTAL=0kg

Toda la estructura metálica viene cortada de fábrica a medida por lo que no hay ningún sobrante ni retal por corte.

Tornillería y herrajes se utilizan en otras obras por lo que no hay sobrantes.

Cobre de cableado se corta a medida in situ por lo que no hay sobrantes.

PAPEL y CARTÓN: 80KG + 1,5KG: **TOTAL=81,5KG**

- Composición de los embalajes de cartón con diferente dureza, realizado en composición tipificada del tipo papel en los que vienen envueltos los módulos. 10kg por cada palet, siendo 6 palets, 60kg; 5kg por cada embalaje del inversor y batería, siendo 3 inversores y una batería, 20kg.
- Cajas de los diferentes elementos de ferretería para anclaje, posicionamiento y sujeción, 0,25kg por cada palet, siendo 6 palets, total de 1,5kg.

PLÁSTICO: TOTAL=5kg.

- Composición de los embalajes externos por encima del cartón realizado en composición gruesa. 10 piezas, 1 por cada palet y 1 por cada inversor y una por la batería. 0,5kg cada pieza; 5kg en total.

VIDRIO Y YESO: No hay ningún tipo de residuo.

5. Medidas de segregación "In-situ" previstas (clasificación/selección)

Deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades.

Descripción	t mínimas según RD 105/2008	t mínimas según Decreto 112/2012
Hormigón	80,00 t	10 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 t	10 t
Metales	2,00 t	Siempre
Madera	1,00 t	Siempre
Vidrio	1,00 t	0,25 t
Plásticos	1,00 t	Siempre
Papel y cartón	1,00 t	0,25 t
Yeso	--	Siempre

En este caso, el papel y cartón solamente supondrán 0,082 t por lo que solamente deberán separarse los residuos de madera y el plástico generados.

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

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (2014/955/UE, de 18 de Diciembre de 2014, por la que se modifica la decisión 2000/532/CE sobre la lista de residuos) los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER.

En el caso de los residuos que se van a generar:

	2. Madera			Reciclado	
x	17 02 01	Madera		Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	4. Papel			Reciclado	
x	20 01 01	Papel		Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	5. Plástico			Reciclado	
x	17 02 03	Plástico		Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	20 01 39	Plástico (fracciones recogidas selectivamente excepto las especificasdas en el subcapítulo 15 01)			

Los residuos generados de papel, cartón, plástico y madera serán tratados por un gestor autorizado de RNPs, tanto de gestor como de transportista y el destino de los mismos serán sus instalaciones habilitadas para ello.

7. Medidas para la separación en obra

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el Real Decreto 105/2008, y Decreto 112/2012, que regulan la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

- ✓ Las zonas de obra de acopios y almacenamiento de RCD estará señalizada con su señalización específica y para cada fracción se etiquetará y señalando el tipo de residuo que recoge.
- ✓ Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificado mediante etiquetas identificativas que aguanten las inclemencias, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.
- ✓ Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.
- ✓ Los residuos se llevarán a las instalaciones del gestor autorizado de RNPs para su posterior tratamiento a través del gestor autorizado.

Fdo.: Iñigo Van-koningsloo Fernández
Ingeniero Industrial Superior
Colegiado N°: 6.995

VII. PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS:

1. PLANO DE SITUACIÓN

2. PLANO DE LOCALIZACIÓN

3. PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PANELES

4. PLANO DE STRINGS

5. PLANOS DE ESTRUCTURA

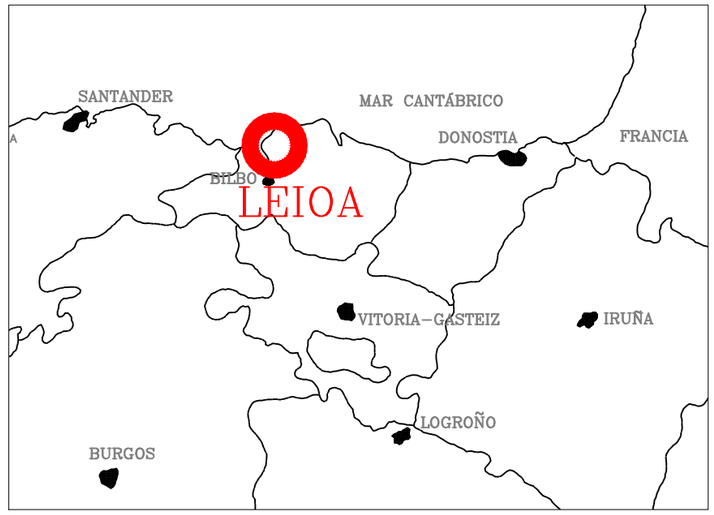
   5.1. PLANO DE ESTRUCTURA AUTOPORTANTE

   5.2. PLANO DE ESTRUCTURA COPLANAR

6. ESQUEMA UNIFILAR

7. DISTRIBUCION INVERSORES

8. LOCALIZACION CUBIERTAS



MUNGIA

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

LEIOA

BILBAO

AMOREBIETA

DURANGO

COORDENADAS:

X: 502609.094 Y: 4797691.717

Lat: 43,332066 Long: -2,967816

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/150.000 DIN A3

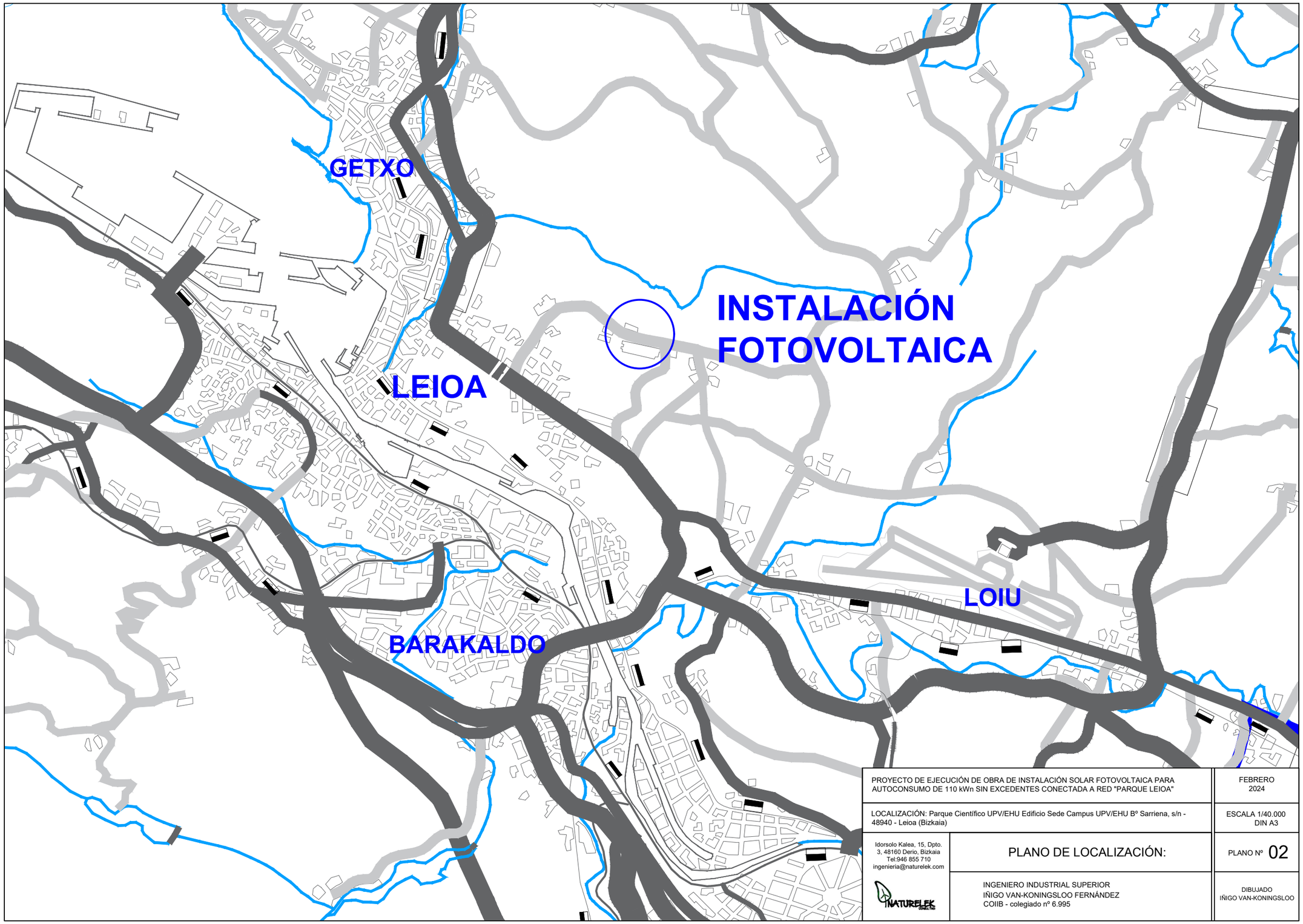
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

PLANO DE SITUACIÓN:

PLANO Nº 01

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

DIBUJADO IÑIGO VAN-KONINGSLOO



PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/40.000
DIN A3

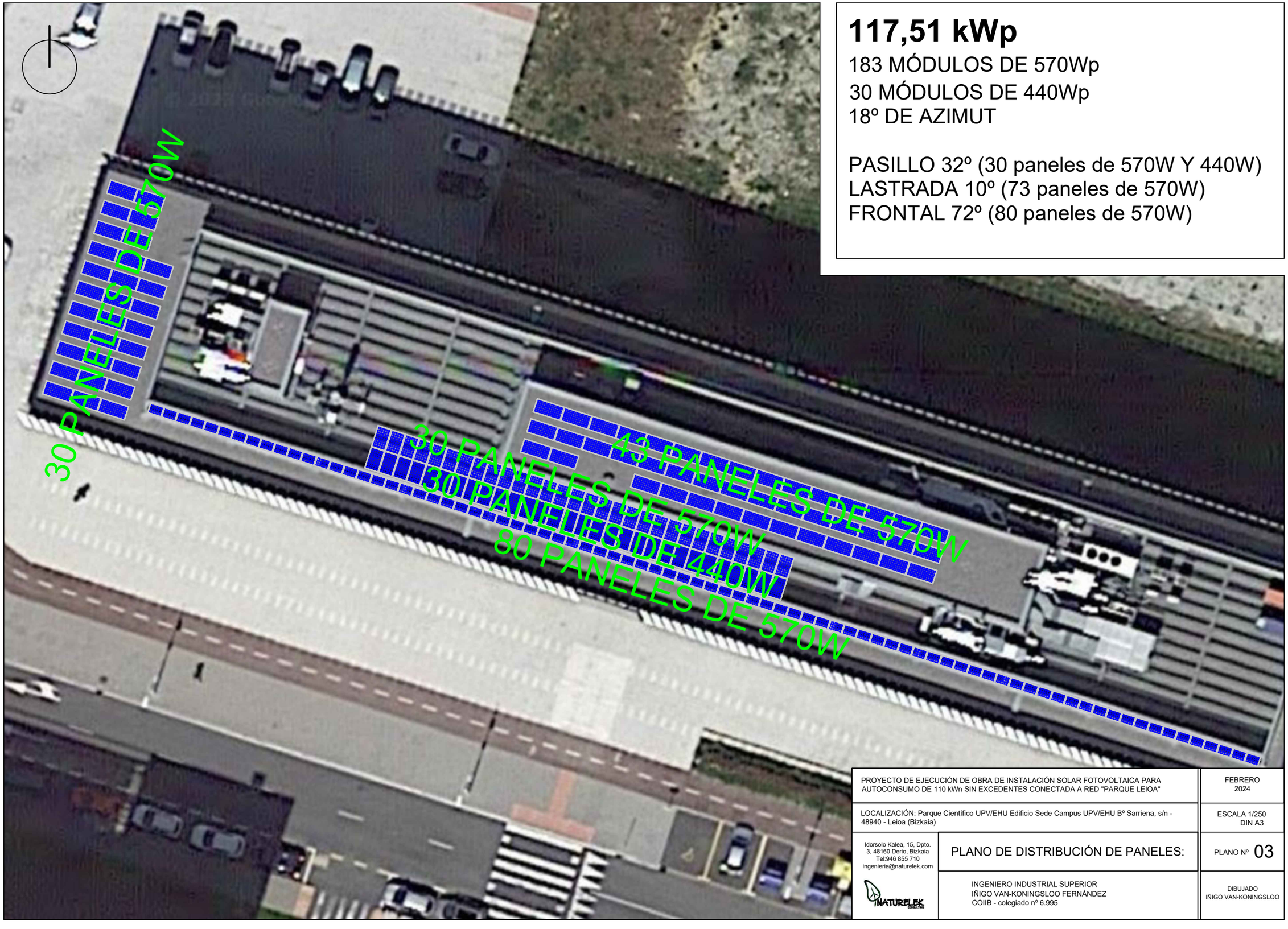
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3. 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

PLANO DE LOCALIZACIÓN:

PLANO Nº 02

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

DIBUJADO
IÑIGO VAN-KONINGSLOO



117,51 kWp

183 MÓDULOS DE 570Wp
30 MÓDULOS DE 440Wp
18º DE AZIMUT

PASILLO 32º (30 paneles de 570W Y 440W)
LASTRADA 10º (73 paneles de 570W)
FRONTAL 72º (80 paneles de 570W)

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/250
DIN A3

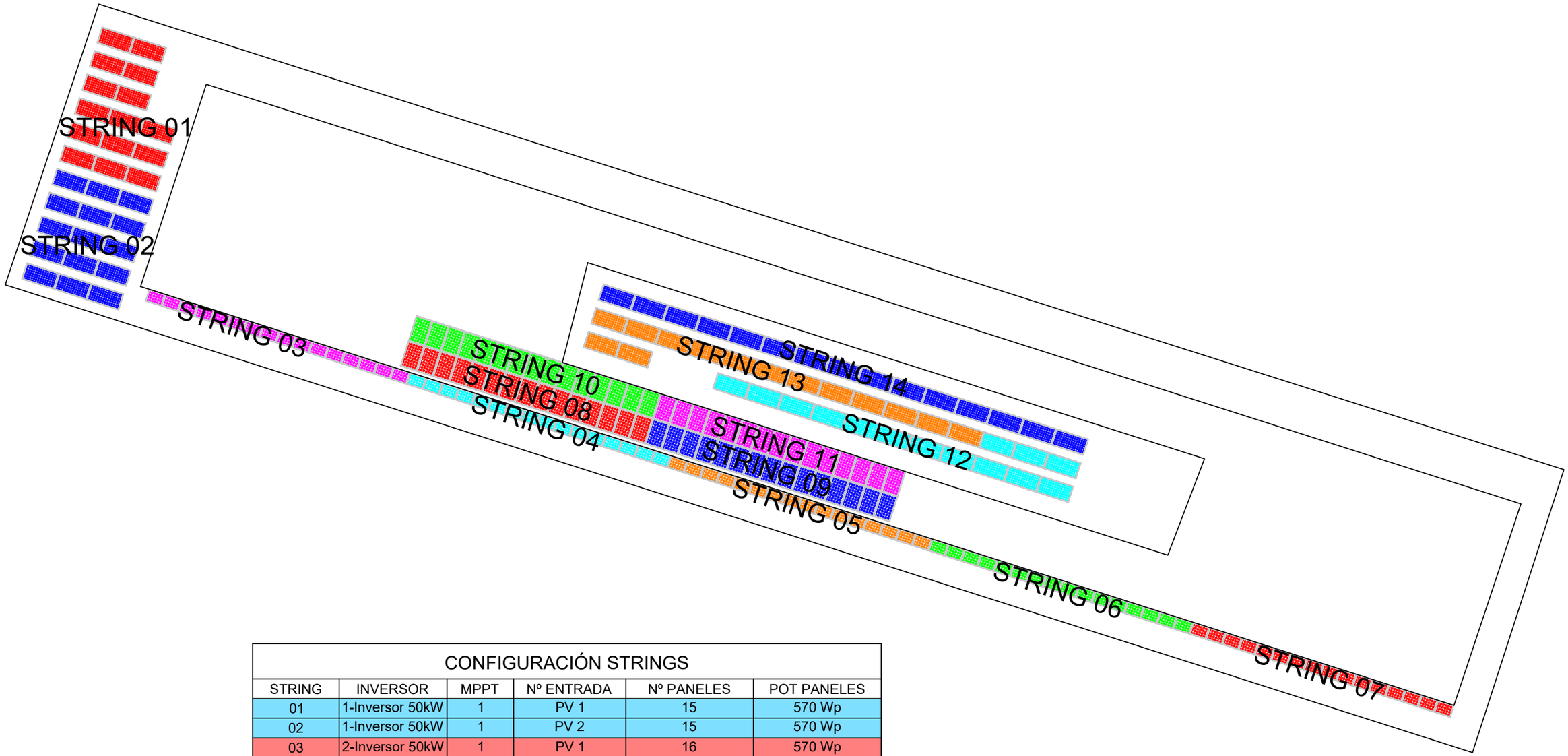
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PANELES:

PLANO Nº 03

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

DIBUJADO
IÑIGO VAN-KONINGSLOO



CONFIGURACIÓN STRINGS					
STRING	INVERSOR	MPPT	Nº ENTRADA	Nº PANELES	POT PANELES
01	1-Inversor 50kW	1	PV 1	15	570 Wp
02	1-Inversor 50kW	1	PV 2	15	570 Wp
03	2-Inversor 50kW	1	PV 1	16	570 Wp
04	2-Inversor 50kW	1	PV 2	16	570 Wp
05	2-Inversor 50kW	2	PV 3	16	570 Wp
06	2-Inversor 50kW	3	PV 5	16	570 Wp
07	1-Inversor 50kW	2	PV 3	16	570 Wp
08	3-Inversor 10kW	1	PV 1	15	440 Wp
09	3-Inversor 10kW	2	PV 2	15	440 Wp
10	1-Inversor 50kW	3	PV 5	15	570 Wp
11	1-Inversor 50kW	3	PV 6	15	570 Wp
12	2-Inversor 50kW	4	PV 7	14	570 Wp
13	2-Inversor 50kW	4	PV 8	14	570 Wp
14	1-Inversor 50kW	4	PV 7	15	570 Wp

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/250 DIN A3

Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

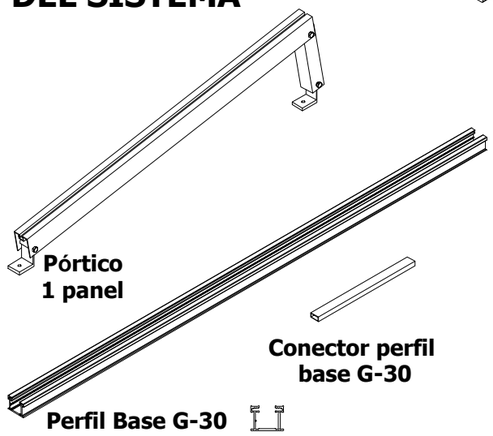
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE STRINGS:

PLANO Nº 04

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

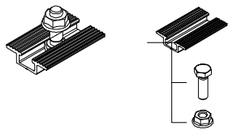
DIBUJADO
IÑIGO VAN-KONINGSLOO

COMPONENTES DEL SISTEMA

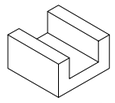


Pórtico
1 panel

Perfil Base G-30



Grapa deslizante



Apoyo caucho neumático



Grapa final de panel

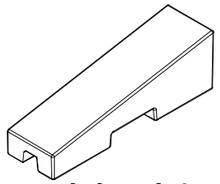


Tornillo autotaladrante JF3-2-5,5x25 E16-3

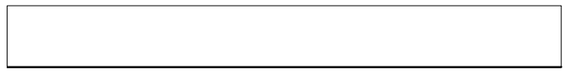
Conector perfil base G-30



Grapa intermedia de panel



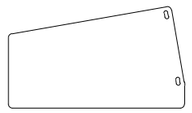
Lastre de hormigón trapezoidal - 25 Kg.



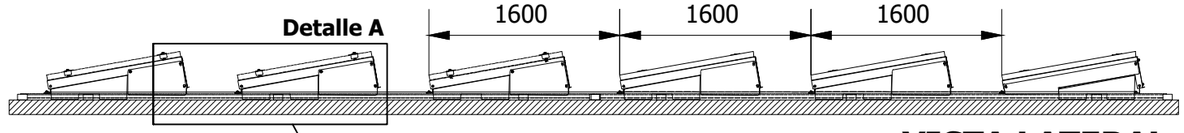
Chapa deflectora



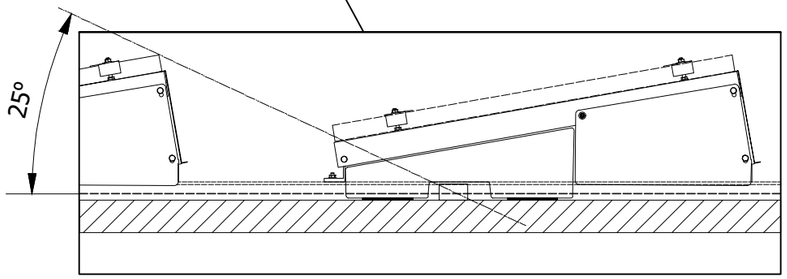
Chapa cierre lateral - Trasera



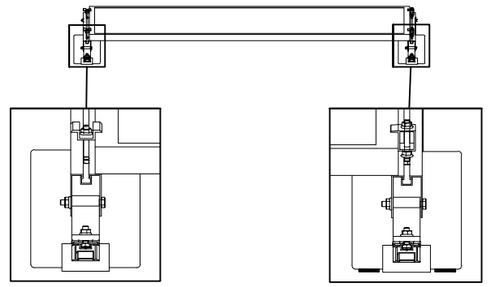
Chapa cierre lateral - Delantera



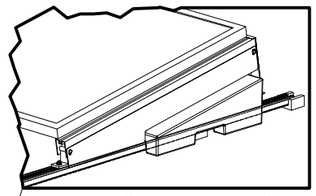
VISTA LATERAL



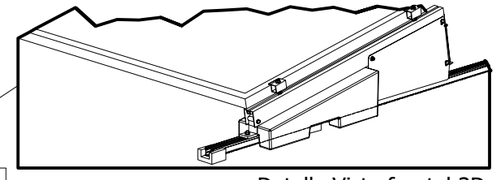
Detalle A. Incidencia Sombras



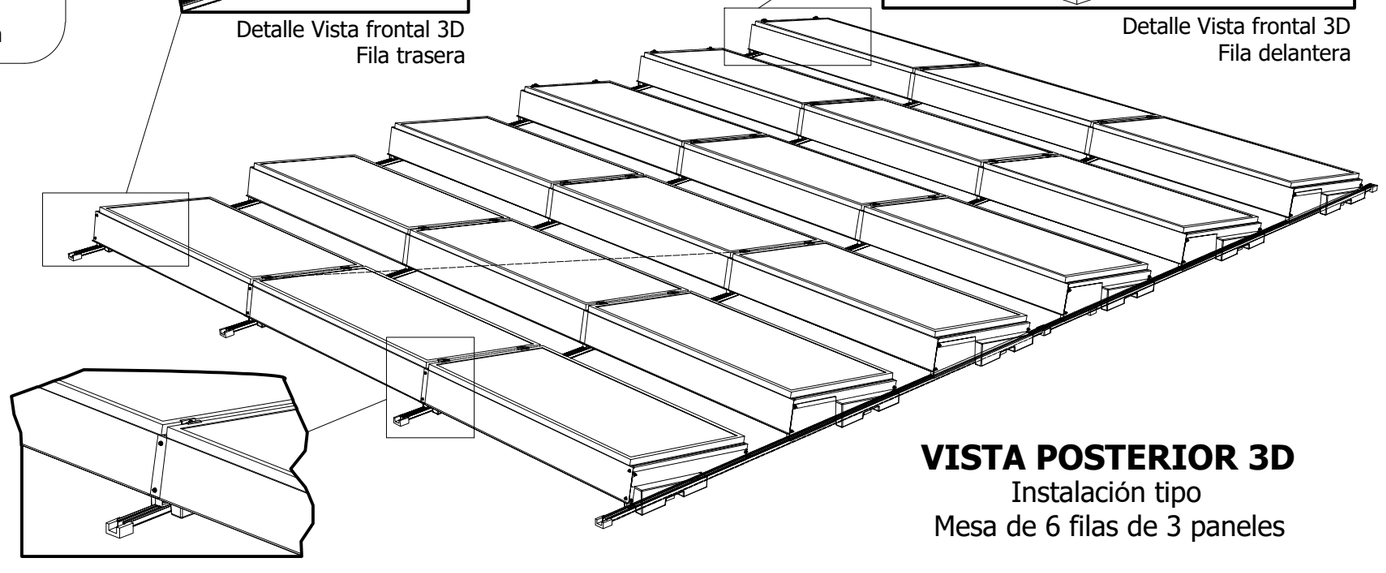
VISTA FRONTAL



Detalle Vista frontal 3D
Fila trasera

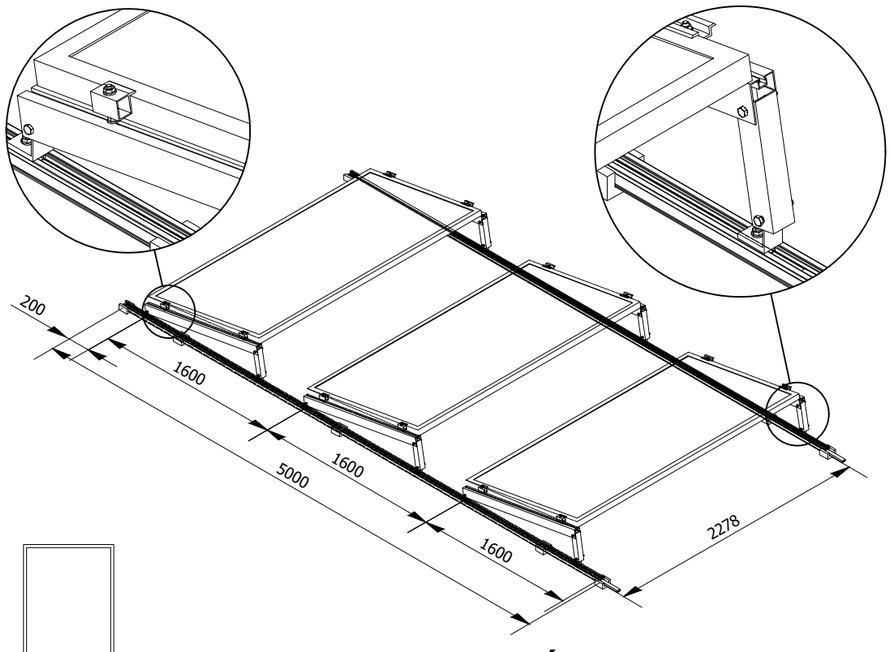


Detalle Vista frontal 3D
Fila delantera



VISTA POSTERIOR 3D

Instalación tipo
Mesa de 6 filas de 3 paneles

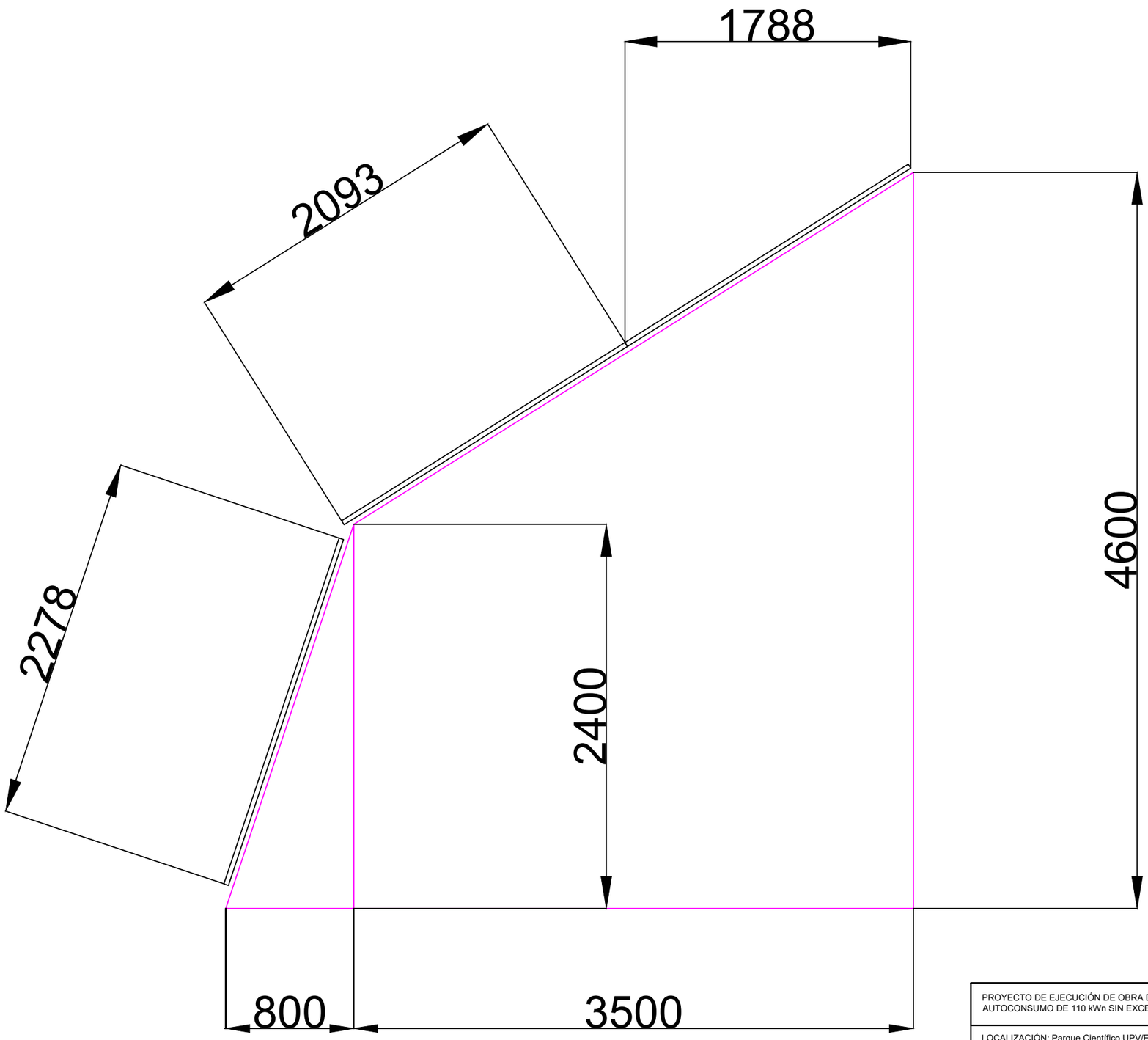


VISTA EN ISOMÉTRICO

Replanteo Pórticos

Distancias del replanteo para
módulo F.V. de 2278 mm. x 1134 mm.

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"		FEBRERO 2024
LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)		ESCALA 1/25 DIN A3
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia Tel:946 855 710 ingenieria@naturelek.com	PLANO DE ESTRUCTURA:	PLANO Nº 05.1
NATURELEK	INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ COIIB - colegiado nº 6.995	DIBUJADO IÑIGO VAN-KONINGSLOO



PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/25
DIN A3

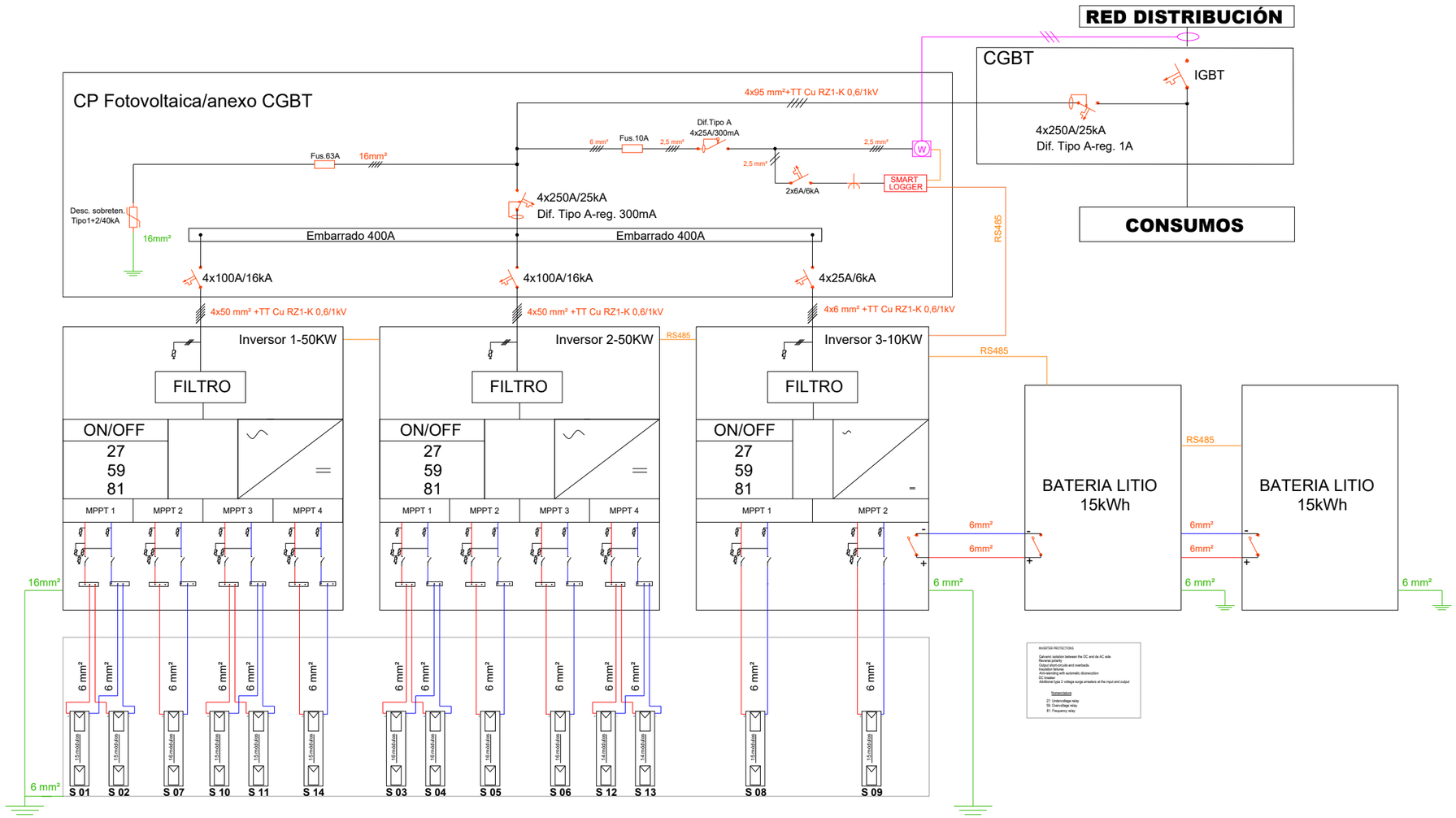
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

PLANO DE ESTRUCTURA:

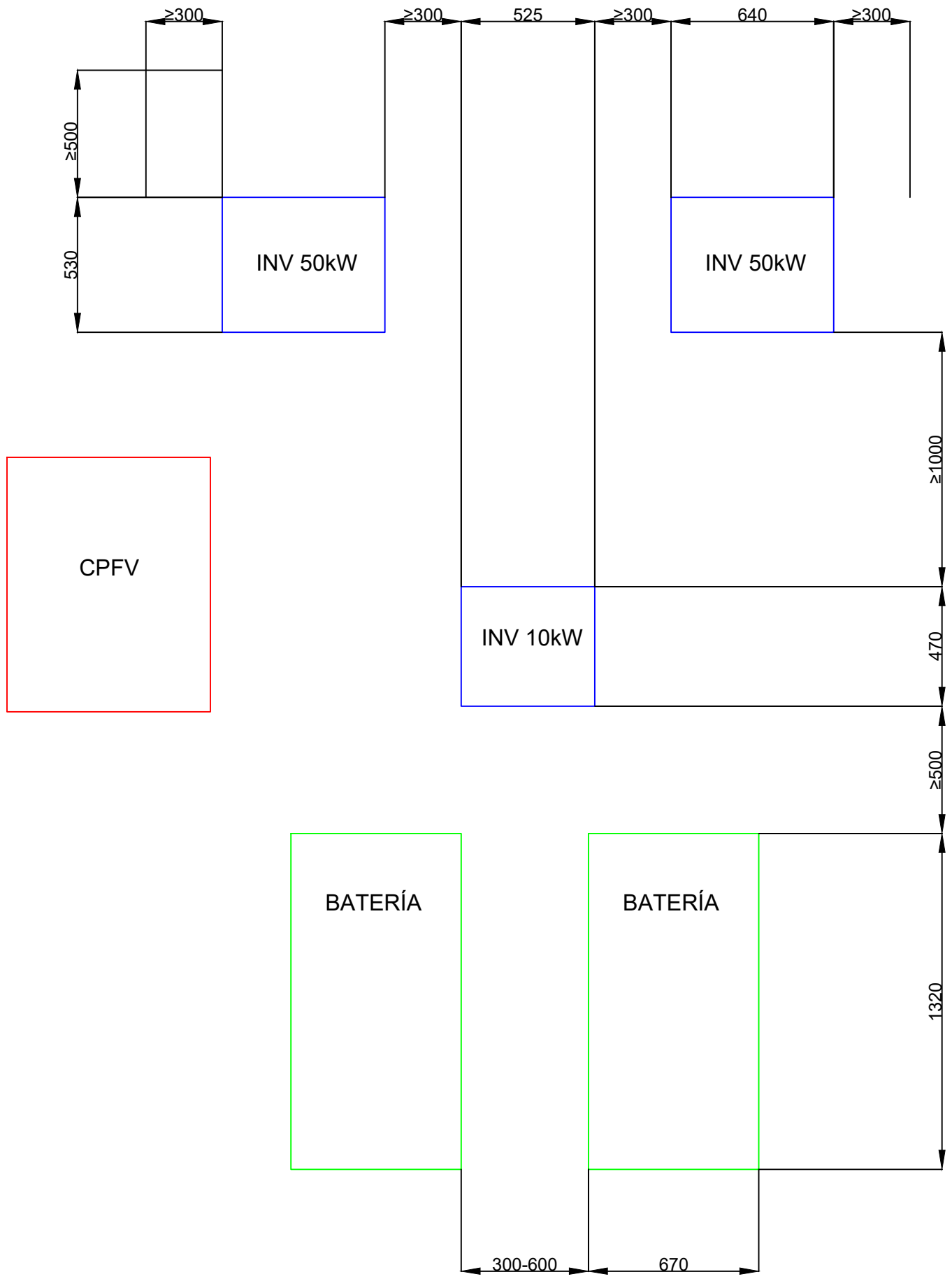
PLANO Nº 05.2

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

DIBUJADO
IÑIGO VAN-KONINGSLOO



PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"		FEBRERO 2024
LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia		ESCALA S/E DIN A3
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia Tel:946 855 710 ingenieria@naturelek.com	ESQUEMA UNIFILAR	PLANO Nº 06
	INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ COIIB - colegiado nº 6.995	DIBUJADO IÑIGO VAN-KONINGSLOO



PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/15
DIN A3

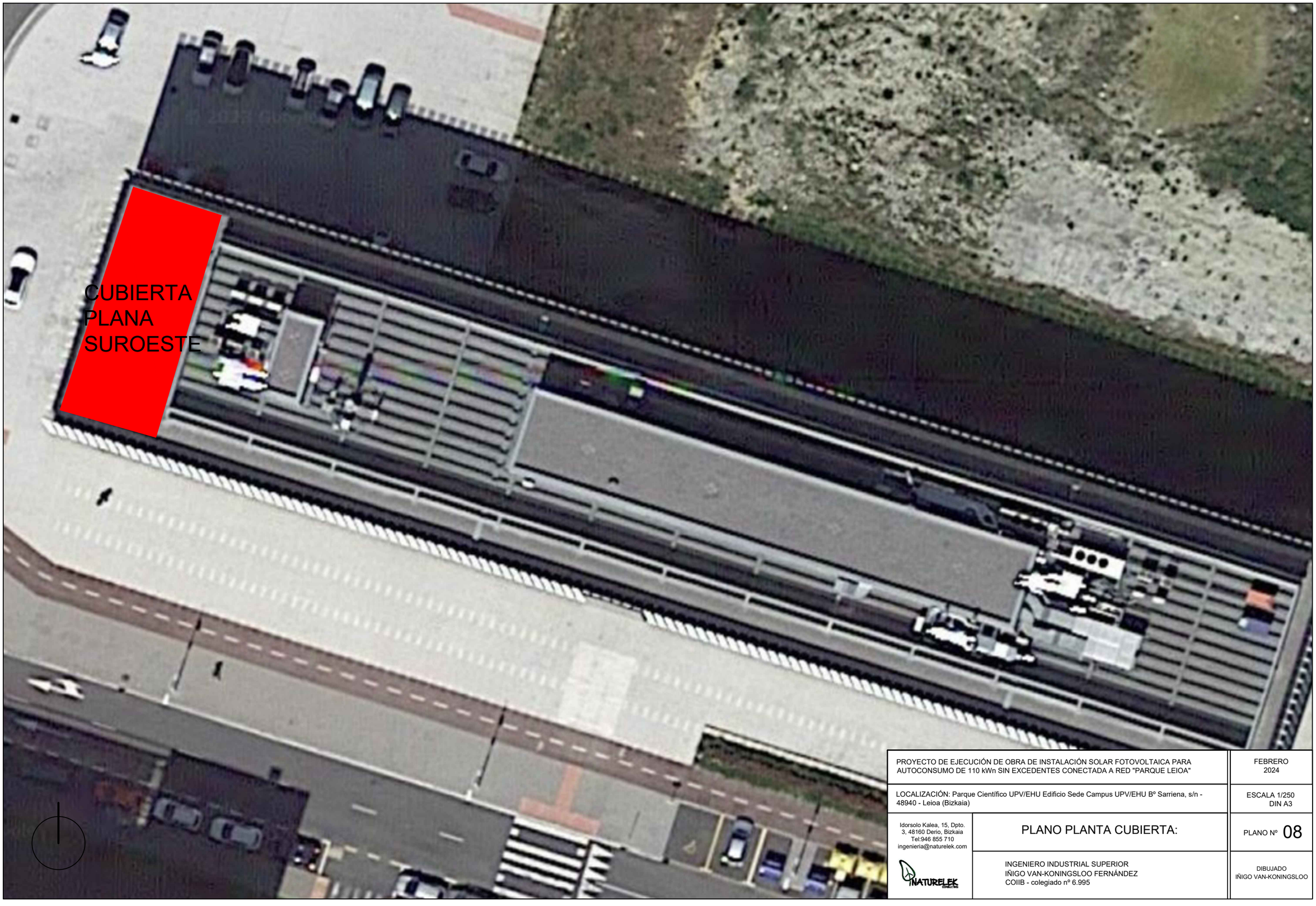
Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE INVERSORES:

PLANO Nº 07

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

DIBUJADO
IÑIGO VAN-KONINGSLOO



PROYECTO DE EJECUCIÓN DE OBRA DE INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO DE 110 kWn SIN EXCEDENTES CONECTADA A RED "PARQUE LEIOA"

FEBRERO 2024

LOCALIZACIÓN: Parque Científico UPV/EHU Edificio Sede Campus UPV/EHU Bº Sarriena, s/n - 48940 - Leioa (Bizkaia)

ESCALA 1/250
DIN A3

Idorsolo Kalea, 15, Dpto. 3, 48160 Derio, Bizkaia
Tel:946 855 710
ingenieria@naturelek.com

PLANO PLANTA CUBIERTA:

PLANO Nº 08

INGENIERO INDUSTRIAL SUPERIOR
IÑIGO VAN-KONINGSLOO FERNÁNDEZ
COIIB - colegiado nº 6.995

DIBUJADO
IÑIGO VAN-KONINGSLOO

VIII. PLAZO ESTIMADO

El plazo estimado de ejecución hasta la firma del acta de recepción provisional es de 4 meses desde la firma del contrato.