



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500  
kW en la cubierta situada en Parque Comercial  
Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n,  
Alicante

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Tecnología Energética para Desarrollo  
Sostenible

AUTOR/A: Barceló Martínez, Francisco

Tutor/a: Roldán Blay, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Instituto  
Ingeniería  
Energética



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**  
**TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA DESARROLLO SOSTENIBLE**

**“Proyecto de ejecución de  
instalación fotovoltaica de 500 kW  
en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de  
Antonio Ramos Carratalá, s/n,  
Alicante”**

**AUTOR: BARCELÓ MARTÍNEZ, FRANCISCO**

TUTOR: ROLDÁN BLAY, CARLOS

Curso Académico: 2022-23

“Fecha JULIO/2023”

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría aprovechar la ocasión para agradecer el apoyo de mi tutor para la redacción de este trabajo de fin de máster, como a mis compañeros del máster, a mis profesores y a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial como a la Universidad Politécnica de Valencia por haberme dado la oportunidad y los conocimientos para abrirme las puertas al mundo profesional.

## **RESUMEN**

El objeto de este proyecto es la descripción de las características de la instalación y condiciones de seguridad, requeridas por la misma, para llevar a cabo una instalación fotovoltaica de 500 kW sobre una cubierta plana. El edificio sobre el que se actúa pertenece al término municipal de Alicante, en el Parque Comercial Vistahermosa, en Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

Además, también se estudian las diferentes alternativas que la gran dimensión de la parcela seleccionada nos ofrece, así como la tecnología actual. Evaluando la rentabilidad económica, las mejoras ambientales y las posibles subvenciones aplicables a la fecha de la redacción del mismo. Así como un estudio de la demanda energética del edificio.

**Palabras Clave:** Fovovoltaica; Autoconsumo; Excedentes; Energía; Renovable; Cubierta; Solar.

# ÍNDICE

## **DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFM**

Capítulo 1. MEMORIA

Capítulo 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS Y PROTECCIONES

Capítulo 3. PRESUPUESTO

Capítulo 4. PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Capítulo 6. GESTIÓN DE RESIDUOS

Capítulo 7. PLANOS

ANEXOS

ANEXO 1. ALTERNATIVAS

ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS

## **CAPITULO 1. MEMORIA**

## ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO .....	1
2.- INTRODUCCIÓN .....	1
3.- TITULAR DE LA PLANTA .....	1
4.- TÉCNICO REDACTOR DEL PROYECTO .....	1
5.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	2
6.- EMPLAZAMIENTO .....	2
7.- NORMATIVA .....	3
8.- CONEXTO ENERGÉTICO Y SOCIAL .....	3
8.1.- OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) .....	3
8.1.1.- ODS PRESENTES EN EL PROYECTO .....	4
8.2.- ENERGÍAS RENOVABLES .....	5
8.2.1.- VENTAJAS E INCONVENIENTES .....	6
8.2.1.1.- ENERGÍA HIDRÁULICA .....	6
8.2.1.2.- ENERGÍA EÓLICA .....	7
8.2.1.3.- ENERGÍA GEOTERMICA .....	8
8.2.1.4.- BIOMASA .....	9
9.- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	10
9.1.- QUE ES LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA .....	10
9.2.- FUNCIONAMIENTOS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES .....	11
9.2.1.- CAPTADOR FOTOVOLTAICO .....	11
9.2.3.- INVERSOR FOTOVOLTAICO .....	12
10.- SOLUCIÓN ADOPTADA .....	13
11.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	13
12.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	14
12.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	14
12.2.- INVERSOR .....	15
12.3.- ESTRUCTURA SOPORTE .....	16
12.4.- SOMBRAS .....	17
12.5.- COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	19

13.- CONSUMO ENERGÉTICO .....	20
14.- BALANCE ENERGÉTICO Y MEDIOAMBIENTAL .....	21
15.- SUBVENCIONES .....	23
15.1.- PROGRAMA 1.....	23
16.- MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INTERMEDIOS Y ACABADOS .....	24
17.- COMBUSTIBLES .....	24
18.- INSTALACIONES SANITARIAS.....	24
19.- VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN .....	25
20.- REPERCUSIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE .....	25
20.1.- RUIDOS, INSONORIZACIÓN .....	25
20.2.- VIBRACIONES .....	25
20.3.- HUMOS, GASES, OLORES Y POLVOS EN SUSPENSIÓN .....	25
21.- RIESGO DE INCENDIO, DEFLAMACIÓN Y EXPLOSIÓN.....	25
22.- AGUA POTABLE .....	25
23.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.....	25
24.- BIBLIOGRAFIA.....	26



## 1.- ANTECEDENTES Y OBJETO

A petición de la mercantil LEROY MERLIN ESPAÑA SL se encarga la redacción del presente proyecto para realización de una INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED PARA AUTOCONSUMO CON EXCEDENTES DE POTENCIA 500 kWn.

La instalación se va a ubicar en la cubierta de la nave industrial ubicada en suelo perteneciente al T.M. de Alicante (Alicante), de acuerdo con el plano de situación y emplazamiento adjunto.

El presente proyecto tiene por objeto, el definir las instalaciones y medidas correctoras pertinentes a implantar, para el funcionamiento de la instalación fotovoltaica, e informar de las soluciones Técnicas y medidas de seguridad adoptadas para obtener su autorización. La energía suministrada por la instalación fotovoltaica será objeto de autoconsumo del edificio.

## 2.- INTRODUCCIÓN

El contenido de la memoria, así como los planos y anexos, definen las características técnicas de instalación en términos de potencia instalada, energía eléctrica producida y superficie necesaria.

La potencia nominal de la instalación viene definida por el inversor y se mide en unidades de kWn. La potencia pico de la instalación, viene definida por el campo fotovoltaico y se mide en unidades de kWp.

En cuanto a la superficie necesaria, se establece por el número de paneles fotovoltaicos y la superficie útil de cada panel (superficie en planta que ocupa el panel inclinado un determinado ángulo sobre la horizontal).

Potencia Nominal	500.000 Wn
Potencia Pico	499.950 Wp
Superficie de paneles	2.345,22 m <sup>2</sup>

## 3.- TITULAR DE LA PLANTA

- Titular: LEROY MERLÍN ESPAÑA SL
- Domicilio: AVENIDA DE LA VEGA (P ARROYO VEGA), 2, ALCOBENDAS (MADRID)
- CIF: B84818442

## 4.- TÉCNICO REDACTOR DEL PROYECTO

- Francisco Barceló Martínez
- Ingeniero Técnico Industrial

## 5.- DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Capítulo 1. MEMORIA

Capítulo 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS Y PROTECCIONES

Capítulo 3. PRESUPUESTO

Capítulo 4. PLIEGO DE CONDICIONES

Capítulo 5. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Capítulo 6. GESTIÓN DE RESIDUOS

Capítulo 7. PLANOS

ANEXOS

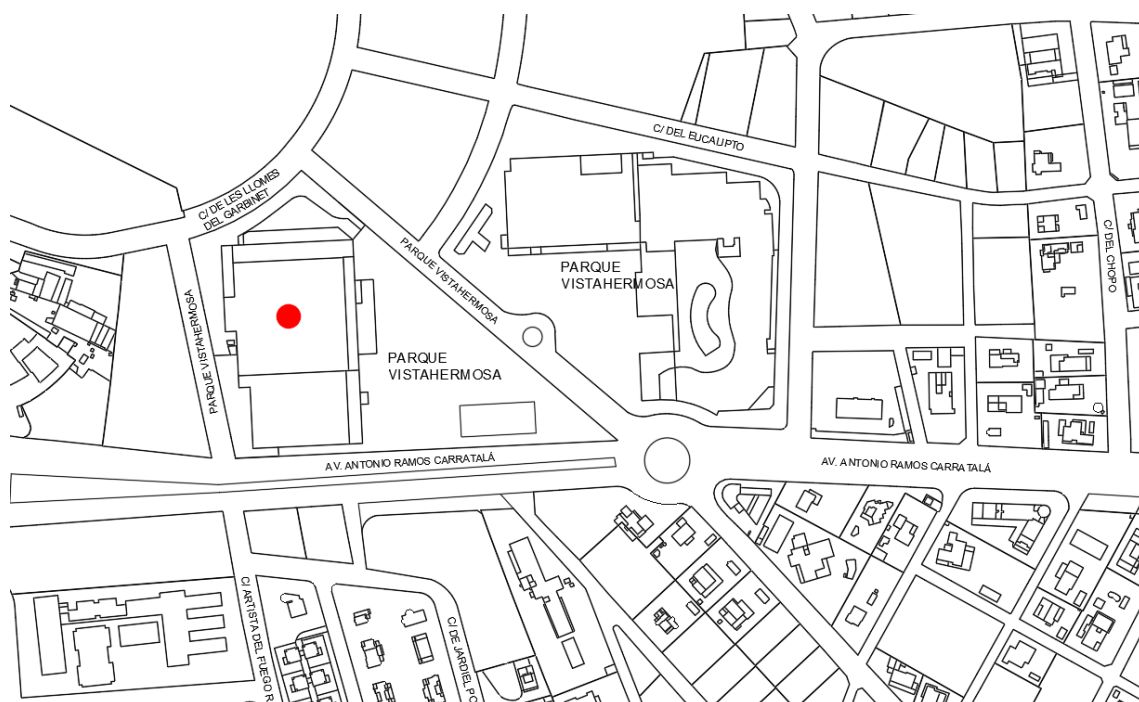
ANEXO 1. ALTERNATIVAS

ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS

## 6.- EMPLAZAMIENTO

La instalación se implantará en el Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante, según queda indicado en plano de situación y emplazamiento que se adjunta.

Referencia Catastral
1301201YH2510A0001SG
X: 721173; Y: 4249932; H: 30
LAT: 38,370; LONG: -0,468



## 7.- NORMATIVA

En la presente memoria técnica, tanto el diseño como los componentes utilizados cumplen las recomendaciones establecidas en la Normativa siguiente:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables y disposiciones que la desarrollan.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el código técnico de la edificación.
- 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 (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E. de 18-09-2002)
- Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre por el que se regula la conexión a red de Instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 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-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.
- Pliego de Condiciones técnicas del IDAE para instalaciones conectadas a red. PCT-CREV - julio 2011.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

## 8.- CONEXTO ENERGÉTICO Y SOCIAL

### 8.1.- OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, son un conjunto de 17 objetivos interrelacionados establecidos por las Naciones Unidas en septiembre de 2015 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Estos objetivos tienen como objetivo abordar una amplia gama de desafíos globales y promover el desarrollo sostenible en todo el mundo. Los ODS se basan en tres pilares (económico, social y ambiental) y apuntan a conciliar la prosperidad económica con la justicia social y la protección ambiental.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible se enumeran brevemente a continuación.

1. Fin a la pobreza: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Hambre cero: lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible.

3. Salud y bienestar: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
4. Educación de calidad: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente.
5. Igualdad de género: Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas.
6. Agua limpia y saneamiento: Garantizar el acceso universal al agua y al saneamiento y garantizar una gestión sostenible.
7. Energía asequible y no contaminante: Garantizar que todos tengan acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.
8. Trabajo decente y crecimiento económico: Promover el crecimiento económico sostenible, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
9. Industria, innovación e infraestructura: construir infraestructura resiliente, fomentar la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.
10. Reducción de las desigualdades: Reducir la desigualdad dentro y entre los países.
11. Ciudades y comunidades sostenibles: hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Producción y consumo responsables: garantizar patrones de consumo y producción sostenibles.
13. Acción climática: tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos.
14. Vida submarina: Proteger y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para el desarrollo sostenible.
15. Vida de ecosistemas terrestres: proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de la tierra, detener la pérdida de biodiversidad.
16. Paz, justicia e instituciones sólidas: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, brindar acceso a la justicia para todos y promover instituciones efectivas, responsables e inclusivas en todos los niveles.
17. Alianzas para lograr los objetivos: Fortalecer los medios de acción y revitalizar la alianza global para el desarrollo sostenible.

Estos objetivos representan un llamado global a la acción para abordar los desafíos más apremiantes de la humanidad, incluida la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la degradación ambiental, la paz y la justicia. Cada objetivo contiene un conjunto de objetivos específicos y se espera que trabaje junto con los países, las organizaciones y la sociedad civil para alcanzarlos de aquí a 2030.

#### **8.1.1.- ODS PRESENTES EN EL PROYECTO**

En una instalación fotovoltaica industrial de autoconsumo pueden vincularse algunos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) ya que contribuyen a la sostenibilidad ambiental, económica y social. Los ODS específicamente relevantes para este tipo de instalación se destacan a continuación.

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante: La instalación de paneles solares para generar energía eléctrica contribuye directamente a este objetivo al proporcionar una fuente de energía limpia y asequible. Ayuda a reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura: Los sistemas fotovoltaicos industriales son un ejemplo de innovación en la generación de energía. Contribuyen a la modernización de infraestructuras y plantas industriales sostenibles reduciendo los costes energéticos y aumentando la eficiencia.
- Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles: cuando las instalaciones estén ubicadas en áreas urbanas o industriales, hacer que las comunidades sean más sostenibles reduciendo la dependencia de fuentes de energía contaminantes y reduciendo la tensión en las redes eléctricas tradicionales.
- Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables: Los sistemas fotovoltaicos industriales reducen la huella de carbono de las empresas, minimizan el desperdicio de recursos y promueven prácticas responsables. Puede promover determinadas prácticas de producción y consumo.
- Objetivo 13: Acción climática: La energía solar no emite dióxido de carbono ni otros gases de efecto invernadero, lo que contribuye significativamente a limitar el cambio climático. Contribuir a este objetivo es fundamental para abordar los desafíos del cambio climático.
- Objetivo 17: Coordinar para lograr los objetivos: El despliegue de sistemas solares de autoconsumo puede requerir la cooperación con empresas, municipios y otras partes interesadas. Crear alianzas y colaboraciones es esencial para el éxito de proyectos de energía renovable a gran escala.

Además de estos objetivos directamente relacionados, la producción de energía solar a partir de sistemas fotovoltaicos tiene el potencial de impactar positivamente otros ODS como la creación de empleos decentes (ODS 8) y la mejora de la calidad del aire. (ODS 3) y conservación de los recursos naturales (ODS 15). En resumen, los sistemas fotovoltaicos industriales de autoconsumo son una herramienta valiosa para avanzar simultáneamente en múltiples objetivos de desarrollo sostenible.

## **8.2.- ENERGÍAS RENOVABLES**

La energía renovable es una fuente de energía derivada de recursos naturales que son inagotables o continuamente renovables en un período de tiempo relativamente corto. Estas fuentes de energía incluyen además de la energía solar, la eólica, la hidroeléctrica, la geotérmica y la biomasa. A diferencia de los combustibles fósiles, la energía renovable es más sostenible y tiene menos impacto ambiental ya que no emite importantes emisiones de gases de efecto invernadero y no consume recursos finitos. Estas tecnologías se están implementando cada vez más en todo el mundo como soluciones para mitigar el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, también conlleva desafíos como la variabilidad en la producción y la necesidad de una infraestructura adecuada para su uso.

## 8.2.1.- VENTAJAS E INCONVENIENTES

### 8.2.1.1.- ENERGÍA HIDRÁULICA



La energía hidráulica, también conocida como energía hidroeléctrica, se produce convirtiendo la energía cinética y potencial del agua en electricidad. Esto tiene algunas ventajas y desventajas.

- Ventajas de la energía hidroeléctrica:
  1. Fuentes de energía renovables: La energía hidroeléctrica se basa en el ciclo natural del agua, lo que la convierte en una fuente de energía renovable y sostenible a largo plazo.
  2. Bajas emisiones de carbono: la energía hidroeléctrica tiene muy bajas emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles, lo que ayuda a combatir el cambio climático.
  3. Control de inundaciones: las represas hidroeléctricas ayudan a controlar las inundaciones regulando el flujo de agua, lo cual es especialmente beneficioso en áreas propensas a inundaciones.
  4. Almacenamiento de energía: las instalaciones de almacenamiento de energía hidroeléctrica, como los embalses, actúan como sistemas de almacenamiento de energía, permitiendo la generación de electricidad cuando la demanda es alta. Generación de energía confiable: en muchas regiones, la energía hidroeléctrica proporciona una fuente de electricidad estable y predecible, lo cual es valioso para mantener la estabilidad de la red.
  
- Desventajas de la energía hidroeléctrica:
  1. Impacto ambiental: La construcción de presas y embalses puede tener impactos ambientales significativos al inundar tierras, alterar los ecosistemas acuáticos y terrestres y afectar la biodiversidad.
  2. Reubicación de la población: la construcción de grandes embalses a menudo implica la reubicación de comunidades locales y puede generar problemas sociales y culturales.

3. Costos iniciales elevados: la construcción de represas y centrales hidroeléctricas puede ser costosa, consumir mucho tiempo y requerir grandes inversiones.
4. Dependencia de los recursos hídricos: la energía hidroeléctrica depende de la disponibilidad de agua, lo que la hace vulnerable a la sequía y al cambio climático. Impactos en los ríos: La regulación del flujo de agua en los ríos puede tener efectos adversos en los ecosistemas acuáticos aguas abajo, como sedimentación y cambios en el hábitat de los peces.

#### 8.2.1.2.- ENERGÍA EÓLICA



- Ventajas:
  1. Una fuente inagotable de energía: La energía eólica es una fuente sostenible de energía renovable a largo plazo, ya que se genera a partir de la radiación solar y la rotación de la tierra.
  2. Cero emisiones: la energía eólica no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes del aire, lo que ayuda a reducir el cambio climático y mejorar la calidad del aire.
  3. Reducción de la dependencia de los combustibles fósiles: el uso del viento como fuente de energía reduce la necesidad de combustibles fósiles, lo que ayuda a diversificar la matriz energética y reducir la volatilidad de los precios del petróleo.
  4. Generación de energía regional: los parques eólicos se pueden construir localmente, eliminando la necesidad de transportar la energía generada a largas distancias y reduciendo las pérdidas de energía durante la transmisión.
  5. Creación de empleo: La construcción, operación y mantenimiento de parques eólicos crea empleos locales para las comunidades donde se encuentran los parques eólicos.
  
- Desventajas:
  1. Variabilidad: La cantidad de energía producida por la energía eólica depende de la velocidad del viento. La velocidad del viento puede fluctuar y fluctuar en diferentes momentos del día y del año, lo que puede afectar la confiabilidad del suministro.

2. Impacto visual y acústico: las turbinas eólicas pueden tener un impacto visual en el paisaje y pueden considerarse indeseables en áreas pintorescas o densamente pobladas. Además, el ruido que producen puede ser considerado una molestia por la comunidad circundante.
3. Espacio requerido: Los parques eólicos requieren grandes áreas para albergar múltiples turbinas eólicas, que pueden competir con otros usos de la tierra, como la agricultura y la conservación.
4. Impacto en la vida silvestre: Las aves y los murciélagos pueden verse afectados al chocar con las turbinas eólicas. Sin embargo, la tecnología actual ha avanzado en la mitigación de este problema.
5. Costos iniciales: La instalación de un parque eólico puede requerir una inversión significativa en infraestructura, como turbinas y redes eléctricas, pero los costos están disminuyendo a medida que avanza la tecnología y aumenta la experiencia de implementación.

### **8.2.1.3.- ENERGÍA GEOTERMICA**

La energía geotérmica es una fuente de energía renovable que utiliza el calor contenido en la tierra para producir electricidad o calor. Esto tiene algunas ventajas y desventajas.

- Ventajas de la energía geotérmica:

1. Un recurso inagotable: la energía geotérmica es una fuente de energía renovable que no se agotará con el tiempo ya que se deriva del calor almacenado dentro de la tierra.
2. Bajas emisiones de carbono: la energía geotérmica tiene muy bajas emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con los combustibles fósiles, lo que la hace respetuosa con el medio ambiente y ayuda a combatir el cambio climático.
3. Siempre disponible: a diferencia de algunas fuentes de energía renovables como la solar y la eólica, la energía geotérmica no depende de las condiciones climáticas cambiantes, por lo que siempre está disponible.
4. Calefacción más eficiente: En zonas con sistemas geotérmicos, además de generar electricidad, la energía geotérmica se aprovecha eficientemente para calefacción directa. Huella pequeña: Los sistemas geotérmicos requieren menos espacio que los sistemas de energía solar o eólica de capacidad similar, lo cual es una ventaja en áreas donde el terreno es limitado.

- Desventajas de la energía geotérmica:

1. Ubicaciones específicas: la energía geotérmica solo tiene sentido económico en áreas geográficas específicas donde se encuentran disponibles recursos geotérmicos como aguas termales, géiseres y actividad volcánica. Esto limita su aplicación en muchas zonas del mundo.
2. Costos iniciales y riesgos geológicos: la construcción de sistemas geotérmicos y la perforación de pozos geotérmicos pueden resultar costosas. Además, si no se gestionan adecuadamente, los recursos geotérmicos corren el riesgo de agotarse o enfriarse. Emisiones locales y químicas: en algunas áreas, la extracción de vapor o agua caliente geotérmica puede liberar gases y minerales peligrosos al medio ambiente si no se controlan adecuadamente.



3. Limitaciones de tamaño: Las plantas de energía geotérmica tienen un tamaño y una capacidad de generación de energía limitados y pueden ser insuficientes para satisfacer las necesidades energéticas de grandes áreas.
4. Interferencia con los ecosistemas locales: La extracción de recursos geotérmicos y la construcción de infraestructura pueden afectar los ecosistemas locales y afectar la biodiversidad.

#### **8.2.1.4.- BIOMASA**

- Ventajas:

1. Fuente de energía renovable: La biomasa es una fuente de energía renovable porque las plantas y los desechos orgánicos se pueden regenerar continuamente.
2. Reducción de residuos: Al convertir los residuos agrícolas y forestales en energía, podemos reducir la acumulación de residuos y la necesidad de vertederos.
3. Bajas emisiones de carbono: la biomasa produce menos emisiones de carbono en comparación con los combustibles fósiles cuando se quema de manera controlada. Además, el carbono liberado es reabsorbido por la biomasa en crecimiento y, por tanto, se considera parte del ciclo natural del carbono.
4. Producción local: la biomasa suele estar disponible localmente, lo que reduce la dependencia de fuentes de energía distantes e impulsa la economía local. Usos versátiles: La biomasa es versátil ya que puede utilizarse para generar electricidad, calor y biocombustibles.

- Desventajas:

1. Emisiones de contaminantes locales: la quema de biomasa en sistemas no controlados produce contaminantes locales como partículas y compuestos orgánicos volátiles que pueden afectar la calidad del aire y la salud humana.
2. Uso de la tierra y el agua: la producción de biomasa a gran escala puede requerir grandes cantidades de tierra y agua, que pueden competir con la agricultura y la conservación de los ecosistemas naturales.
3. Dependencia de los cultivos y el clima: la disponibilidad de biomasa puede verse afectada por las condiciones climáticas y los cultivos, lo que puede provocar fluctuaciones en la oferta.
4. Eficiencia energética limitada: la conversión de biomasa en energía suele ser ineficiente en comparación con otras fuentes de energía renovables como la solar y la eólica. Impacto en la biodiversidad: cuando la producción de biomasa a gran escala tiene lugar en áreas sensibles, puede afectar negativamente a la biodiversidad.

## 9.- ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

### 9.1.- QUE ES LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA



La energía fotovoltaica es un sistema de generación de energía que utiliza la radiación solar para generar electricidad. Esto funciona a través de algunos pasos clave:

- Captura de luz solar: Los módulos fotovoltaicos están formados por células solares, que son dispositivos semiconductores normalmente fabricados de silicio. Cuando los fotones de la luz solar llegan a estas células, donan electrones al material semiconductor.
- Generación de electricidad: Cuando se emiten electrones, se genera una corriente eléctrica en el material. A esto se le llama efecto fotovoltaico. La energía generada es inicialmente corriente continua (DC).
- Inversión de corriente (opcional): en muchos sistemas fotovoltaicos, la corriente continua generada se convierte en corriente alterna (CA) a través de un inversor fotovoltaico. Esto es necesario para la mayoría de las aplicaciones eléctricas y conexiones a la red eléctrica, ya que la mayoría de los equipos y sistemas eléctricos utilizan corriente alterna.
- Uso de la electricidad: La electricidad generada por su sistema fotovoltaico se puede utilizar de varias maneras.
  - Autoconsumo: La electricidad se utiliza directamente dentro de una vivienda o negocio para alimentar electrodomésticos, iluminación y otros equipos eléctricos.
  - Almacenamiento: En los sistemas de baterías, parte de la electricidad se almacena en baterías y se utiliza durante la noche o en días nublados.
  - Inyección a la red: cuando el sistema está conectado a la red, la energía no utilizada a menudo se devuelve a la red a través de medidores bidireccionales, lo que permite a los propietarios recibir crédito por la energía generada.
- Ventajas de la energía solar fotovoltaica:

1. **Renovable y Sostenible:** La luz del sol es una fuente de energía renovable y abundante que nunca se agotará.
  2. **Bajas emisiones de CO<sub>2</sub>:** La energía solar no emite gases de efecto invernadero ni contaminantes del aire.
  3. **Reducción de costes:** El coste de los módulos solares y los sistemas fotovoltaicos ha bajado significativamente en los últimos años.
  4. **Independencia energética:** los propietarios de sistemas fotovoltaicos pueden generar su propia electricidad, reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles y de la red.
- **Desafíos de la energía solar:**
1. **Variabilidad climática:** La producción de energía solar depende de la luz solar, por lo que la producción puede variar dependiendo de las condiciones climáticas y la ubicación geográfica.
  2. **Costos iniciales:** Aunque los costos están bajando, la inversión inicial en paneles solares y sistemas fotovoltaicos puede resultar costosa.
  3. **Almacenamiento de energía (si es necesario):** La generación de energía por la noche o en días nublados requiere almacenamiento de energía, como baterías, lo que puede generar costos adicionales.
  4. **Requisitos de espacio:** la instalación de paneles solares requiere amplio espacio, lo que puede ser un desafío en áreas urbanas densamente pobladas.

En resumen, la energía fotovoltaica es una tecnología limpia y prometedora que aprovecha la radiación solar para generar electricidad. Si bien esto tiene muchos beneficios, también plantea desafíos relacionados con la variabilidad climática y los costos de adquisición. Su aceptación continúa creciendo a medida que se desarrollan tecnologías más eficientes y asequibles.

## **9.2.- FUNCIONAMIENTOS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES**

### **9.2.1.- CAPTADOR FOTOVOLTAICO**

El captador solar, comúnmente conocido como panel solar o módulo fotovoltaico, es un dispositivo que convierte la energía de la luz solar directamente en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Así es como funciona.

- **Célula solar:** El elemento básico de un panel solar es la célula solar, que está compuesta principalmente de silicio. El silicio es un material semiconductor que tiene la propiedad de emitir electrones cuando se expone a la luz solar.
- **Efecto fotovoltaico:** cuando los fotones de la luz solar golpean la superficie de una célula solar, proporcionan suficiente energía para expulsar electrones de los átomos de silicio. Esto crea una diferencia de carga entre las capas superior e inferior de la celda, generando una corriente eléctrica.
- **Capas semiconductoras:** una célula solar típica consta de dos capas de silicio. Una es una capa dopada con átomos que tienen electrones adicionales (tipo N) y la otra es una capa dopada con átomos deficientes en electrones (tipo P). La interfaz entre estas dos capas se llama unión PN. En este cruce se produce el efecto fotovoltaico.

- Generación de electricidad: Los electrones emitidos en la capa N se mueven hacia la capa P debido a la diferencia de carga. Este flujo de electrones produce una corriente utilizable. Sin embargo, para hacer que esta electricidad sea más eficiente y utilizable en sistemas eléctricos convencionales, se conectan varias células fotovoltaicas en serie y en paralelo para formar un módulo fotovoltaico.
- Componentes del módulo: además de las células fotovoltaicas, los módulos fotovoltaicos incluyen otros elementos como: B. Una capa frontal protectora (vidrio templado) que protege la celda de daños y de los elementos, una capa posterior encapsulante y un marco que mantiene todo en su lugar.
- Generación de energía: Cuando se conectan varios módulos fotovoltaicos formando un conjunto, forman un sistema fotovoltaico o sistema fotovoltaico. La energía generada por estos paneles se puede utilizar inmediatamente para aplicaciones locales, almacenarse en baterías para su uso posterior o incluso inyectarse a la red eléctrica.

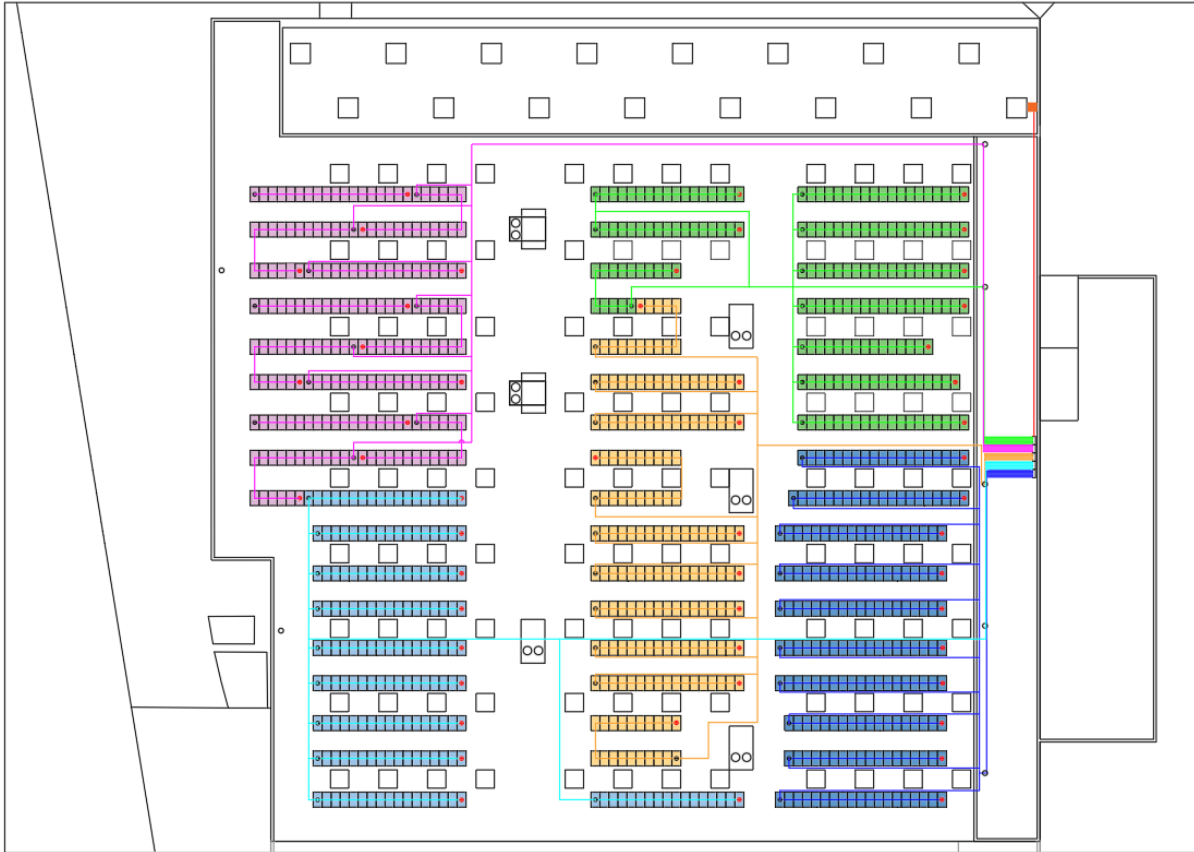
### **9.2.3.- INVERSOR FOTOVOLTAICO**

Un inversor solar es un componente clave de un sistema fotovoltaico, que convierte la corriente continua (CC) producida por los paneles solares en corriente alterna (CA) que puede ser utilizada por hogares, empresas y redes eléctricas.

- Corriente continua (CC) generada por paneles solares: Debido al efecto fotovoltaico, los paneles solares generan electricidad en forma de corriente continua (DC). Esta corriente fluye en una sola dirección, desde el módulo al inversor.
- Función inversor: La corriente continua (CC) producida por captadores solares no es adecuada para la mayoría de aplicaciones eléctricas en hogares y empresas, ya que la mayoría de los aparatos eléctricos funcionan con corriente alterna (CA). Un inversor fotovoltaico convierte la corriente continua en corriente alterna. La corriente alterna es la forma de corriente eléctrica utilizada en la mayoría de los sistemas eléctricos convencionales. Proceso de conversión: el inversor recibe corriente continua (CC) del módulo solar y pasa por un proceso de conversión de varios pasos. Estas fases incluyen:
  - Rectificación: Se utiliza un diodo rectificador para convertir la corriente continua (CC) en una señal intermedia.
  - Onda cuadrada: algunos inversores convierten la señal intermedia en una onda cuadrada y luego en una onda sinusoidal mediante un circuito de control.
  - Inversión: Invertir la onda cuadrada o sinusoidal resultante para producir corriente alterna (CA) que oscila a frecuencias y voltajes apropiados para los sistemas eléctricos.
- Sincronización con la red (para sistemas conectados a la red): Para los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, el inversor sincronizará su frecuencia para garantizar que la electricidad producida sea compatible y pueda suministrarse a la red. y la fase también debe estar sincronizada con la red.
- Monitoreo y control: muchos inversores fotovoltaicos modernos también incluyen sistemas de monitoreo y control para monitorear el rendimiento energético, la eficiencia y el rendimiento del sistema. Esto le permite identificar problemas tempranamente y ajustar las operaciones para maximizar la eficiencia.

## 10.- SOLUCIÓN ADOPTADA

Tal y como puede verse reflejado en el Anexo ALTERNATIVAS, la instalación fotovoltaica se va a realizar sobre estructura metálica, colocando los captadores solares en disposición vertical con una inclinación de 35º y los inversores irán instalados en la ubicación 2, de las propuestas, en las oficinas.



## 11.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La instalación con una potencia nominal de 500 kWn, está formada por cinco inversores, cada uno de los inversores cuenta con 10 series, de 18 o 19 paneles. El número de paneles totales de 909 unidades.

Características de la planta fotovoltaica
Nº de paneles campo solar: 909
Tipo de módulo: JA SOLAR/JAM72S30-550/MR
Potencia Pico de la instalación: 499.950 W
Inversores HUAWEI SUN2000 -100KTL-M1
Potencia Instalada*: 499.950 kW
Estructura de aluminio inclinada
Inclinación: 35º
Orientación: -3ºS

## 12.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 12.1.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se van a utilizar módulos de silicio monocristalino de elevado rendimiento. Estos módulos están homologados por el fabricante y, por tanto, garantizan una gran resistencia a la intemperie y un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente.

La siguiente tabla resume las características de los módulos:

Células	144 (6x24) M3 monocristalinas PERC
Cara frontal	Vidrio templado de alta transmisividad 3,2mm
Cápsula	TPT (Tedlar-PET-Tedlar)
Cara posterior	EVA (Etilene Vinil Acetato)
Cajas de conexión	IP 65 con diodos de bypass
Toma de tierra	Sí
Especificaciones	IEC 61215 y Clase II mediante certificado TUV
Sección de cable	4 mm <sup>2</sup>
Terminal de conexión	Multicontacto

La siguiente tabla resume las características específicas de los módulos seleccionados.

Fabricante	JA SOLAR	Dimensiones (mm)	2279x1134x35
Modelo	JAM72S30-550/MR	Peso (kg)	28.10
Potencia (Wp)	550	NOCT(°C)	45+/- 2
Icc (A)	14.00	Voltaje Máx Sistema	1500 V QC
Voc(V)	49.90	Tª Operación	-40°C hasta 85°C
Imp(A)	13.11	Área (m <sup>2</sup> )	2,58
Vmp(V)	41,96	Tolerancia (%)	Positiva 0/+5W



## 12.2.- INVERSOR

Este elemento trabaja conectado por su lado DC a un generador fotovoltaico, y por su lado AC a un elemento electrónico que adapta la tensión de salida del inversor a la de la red. Este elemento permite además el aislamiento galvánico entre la parte DC y la AC.

Dispone de un microprocesador que garantiza una curva senoidal con una mínima distorsión. Los umbrales permitidos son:

- En frecuencia: -51 a 49 Hz
- En tensión: -1.1 a 0.85 Um

Las siguientes tablas resumen las características específicas de los inversores seleccionados:

Fabricante/Modelo	HUAWEI / SUN2000 -100KTL-M1
Pnom (W)	1000
Vmin – Vmax (V)	200-1100
Vmpp(V)	200-1000
ti europeo (%)	98,8 %
Distorsión armónica (%)	<3%
Factor de potencia	1
I <sub>max in</sub>	26 A

SUN2000-100KTL-M1  
**Smart String Inverter**



### 12.3.- ESTRUCTURA SOPORTE

La estructura de aluminio de tipo inclinada para soporte de los módulos fotovoltaicos compuesta de perfiles G2 de Aluminio EN AW 6005A T6 y Tornillería acero inoxidable A2-70, así como los anclajes de la misma a la cubierta del edificio mediante varilla rosca con anclaje químico de M10, garantizan la resistencia a las acciones de viento según el CTE DB SE-AE.

La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos se realizará sobre carriles de aluminio. Se dispondrán carriles paralelos horizontales por cada fila de paneles fotovoltaicos, a lo largo de las filas de paneles.

Los carriles dispuestos verticalmente son los que deberán ser fijados a la estructura de cubierta.

La fijación a los perfiles principales de la estructura se realizará mediante tornillería M10 de tipo acero inoxidable.

La sujeción del módulo fotovoltaico a la estructura se realiza en cuatro puntos del mismo, mediante piezas especiales de fijación, las cuales presionan el módulo contra el carril mediante tornillos.

Los materiales que se utilizaran son: Acero S-235, Aceros inoxidables AISI-304/AISI-316 y aleaciones de Aluminio 6060 T5- T6 para tornillería y fijaciones.

La estructura deberá conectarse eléctricamente a una toma de tierra. En general, ésta conviene que se ajuste a las especificaciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Instrucción MI.BT.O39). La pica o barra de metal (normalmente cobre) que se utilice para hundir en el suelo deberá ser suficientemente larga y, a ser posible, enterrada en un lugar en que el terreno tenga tendencia a



permanecer húmedo (por ejemplo, cerca del canalón de vertido sobre el suelo de las aguas pluviales, caso de existir éste).

RESUMEN DE CARGAS	
Peso MFV	$28.10/2.58= 10.89 \text{ kg/m}^2$
Peso Estructura	$4,5 \text{ kg/m}^2$
Peso Total	$15.40 \text{ kg/m}^2$

Para las cargas resultantes del sistema fotovoltaico y teniendo en cuenta la sobrecarga de uso de mantenimiento de la cubierta contemplada en el proyecto de construcción de la vivienda ( $100\text{kg/m}^2$ ), se considera que las cargas aplicadas por la instalación no comprometen el funcionamiento estructural de ésta.

#### 12.4.- SOMBRAS

El cálculo de las sombras se ha realizado mediante una hoja de cálculo, la cual funciona de la siguiente manera:

CÁLCULO DIST. PANELES	
Latitud	38,370
Día juliano	355
Declinación, $\delta$	-23,45
$h_o$	27,05
Inclinación terreno, $\alpha$	0,00
Inclinación paneles, $\beta$	35,00
Inclinación paneles/terreno, $\varphi$	35,00
Longitud del panel, L (m)	2,28
b (m)	1,87
a (m)	2,56
$d_{\min}$ (m)	4,43

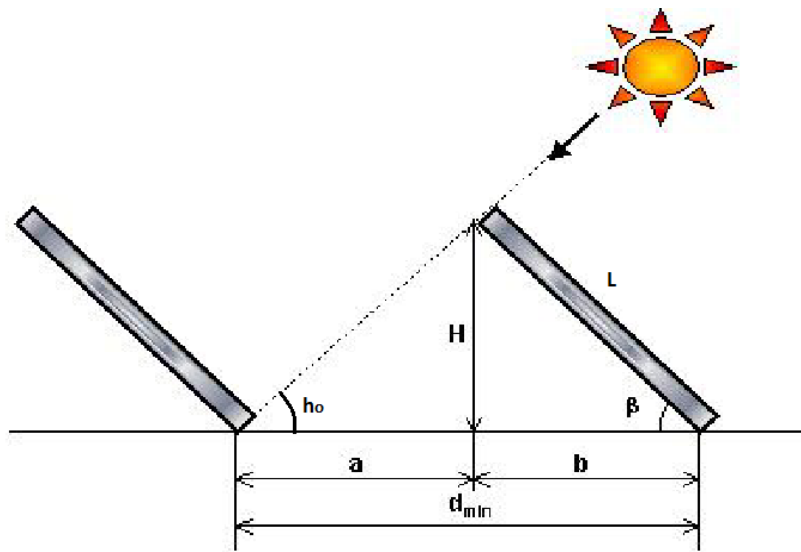


Fig. 3.15.-Distancia mínima entre filas consecutivas de paneles solares.

Siendo:

- Latitud: Según emplazamiento de la instalación
- Día juliano: El día juliano 355 hace referencia al 21 de diciembre, día del año en el que el sol está más bajo y provoca la situación más desfavorable para el cálculo de sombras
- Declinación,  $\delta$ : La declinación de  $-23,44^\circ$  hace referencia la declinación solar del solsticio de invierno. Nuevamente haciendo referencia a la situación más desfavorable para el cálculo de sombras.

-  $H_o$ :

$$h_o = 90^\circ - LAT + \delta + \alpha$$

- b:

$$b = L * \cos(\varphi * \pi / 180)$$

-  $d_{min}$ :

$$d_{min} = L * (\text{sen}(h_o + \varphi) / \text{sen}(h_o))$$

- a:

$$a = d_{min} - b$$

### 12.5.- COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

#### Rango de funcionamiento del Inversor HUAWEI / SUN2000 -100KTL-M1 (1)

Módulos FV por serie:	1x19 y 9x18 MFV en serie
Nº de Series:	10 Series
Tensión Máxima Admisible por el Inversor:	1100 V
Rango de Trabajo del Inversor:	200-1100 V
Rango de Trabajo del Inversor MPPT:	200-1000 V
Tensión en Circuito Abierto del Módulo FV:	Voc = 49,90 V
Intensidad en Cortocircuito Modulo FV:	Sc = 14,00 A
Tensión Máxima en el Inversor:	$18 \times 49,90 = 940,10 \text{ V} < V_{\text{max}} 1000 \text{ V}$
Tensión de Trabajo mínima en el Inversor:	$17 \times 41,96 = 755,28 \text{ V} > V_{\text{min}} 200 \text{ V}$
Intensidad Máxima Admisible por el Inversor	MPPT 1:1 x 14,00 = 14,00 A < I <sub>max</sub> 26 A

#### Rango de funcionamiento del Inversor HUAWEI / SUN2000 -100KTL-M1 (2, 3, 4, 5)

Módulos FV por serie:	2x19 y 1x18 MFV en serie
Nº de Series:	10 Series
Tensión Máxima Admisible por el Inversor:	1100 V
Rango de Trabajo del Inversor:	200-1100 V
Rango de Trabajo del Inversor MPPT:	200-1000 V
Tensión en Circuito Abierto del Módulo FV:	Voc = 49,90 V
Intensidad en Cortocircuito Modulo FV:	Sc = 14,00 A
Tensión Máxima en el Inversor:	$18 \times 49,90 = 940,10 \text{ V} < V_{\text{max}} 1000 \text{ V}$
Tensión de Trabajo mínima en el Inversor:	$17 \times 41,96 = 755,28 \text{ V} > V_{\text{min}} 200 \text{ V}$
Intensidad Máxima Admisible por el Inversor	MPPT 1:1 x 14,00 = 14,00 A < I <sub>max</sub> 26 A

#### Corriente Continua C.C. - Tramo serie 18 MFV

Tensión Mínima:	200 V
Potencia Máxima:	9900 W
Intensidad de Máxima en Serie:	13,11 A
Icc en Serie:	14,00 A
Intensidad de Máxima Potencia de Serie en Paralelo:	NA
Sección Conductor Teórica:	5,64 mm <sup>2</sup>
Sección Conductor Bucle en Serie:	6 mm <sup>2</sup>
Longitud Conexión Módulos-Inversor:	187 m
Protecciones por Serie:	
Fusible CC	16 A / 1000 V por Serie

Corriente Continua C.C. - Tramo serie 19 MFV

Tensión Mínima:	200 V
Potencia Máxima:	10450 W
Intensidad de Máxima en Serie:	13.11 A
Icc en Serie:	14.00 A
Intensidad de Máxima Potencia de Serie en Paralelo:	NA
Sección Conductor Teórica:	5,34 mm <sup>2</sup>
Sección Conductor Bucle en Serie:	6 mm <sup>2</sup>
Longitud Conexión Módulos-Inversor:	187 m
Protecciones por Serie:	
Fusible CC	16 A / 1000 V por Serie

Corriente Alterna C.A. – Salida inversores 100 kW

Tensión:	400 V
Potencia Máxima:	100.000 W
Intensidad de Máxima Potencia:	160,40 A
Longitud:	42 m
Caída de Tensión:	1,5 %
Sección Conductor Teórica:	21,05 mm <sup>2</sup>
Sección Conductor Normalizada:	50 mm <sup>2</sup>
Protecciones:	
Diferencial:	Bipolar 400 V / 100 A / 0,03 A
Magnetotérmico:	Bipolar 400 V / 100 A

### 13.- CONSUMO ENERGÉTICO

No se conoce con exactitud la cantidad de energía demandada. Para ello sería necesario tener acceso a las fracturas energéticas del edificio y/o la posibilidad de hacer una auditoría energética del mismo. Para poder realizar una estimación del consumo actual del edificio, se ha hecho uso del Instituto Catalán de Energía, ya que no se ha encontrado algo similar para la Comunidad Valencia.

Según el Instituto Catalán de la Energía, el gasto en energía de las grandes superficies comerciales depende de su tamaño, si bien su consumo energético medio se sitúa entre 118 y 333 kWh por m<sup>2</sup>. Para nuestro caso nos hemos quedado con el dato de 118 kWh/m<sup>2</sup>.

Consumo anual/superficie: 118 kWh/m<sup>2</sup>

Superficie útil edificio: 8.181 m<sup>2</sup>

Consumo anual del edificio: 965.358 kWh

#### 14.- BALANCE ENERGÉTICO Y MEDIOAMBIENTAL

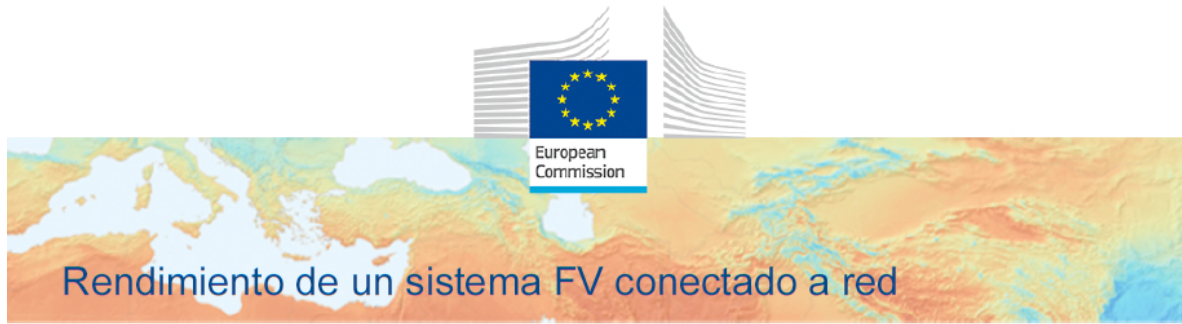
<b>Estimación de la producción de electricidad fotovoltaica</b>
Provincia: Alicante
Localización: Alicante
Pérdidas combinadas del sistema FV: 5%
Potencia Pico: 499,95 kW
Inclinación Campo Solar: 35°
Orientación de los módulos (E:-90; S:0): -3°

<b>Mes</b>	<b>Energía media mensual (kWh / kWp)</b>
Enero	57.163
Febrero	57.363
Marzo	70.206
Abril	73.239
Mayo	79,565
Junio	80.082
Julio	82.803
Agosto	80.567
Septiembre	69.738
Octubre	64.239
Noviembre	52.828
Diciembre	53.384
<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>821.175,59</b>

<b>BALANCE ENERGÉTICO</b>
<i>Producción energética media diaria (kWh/día) 2.249,80</i>
<i>Producción energética media mensual estimada (kWh) 68.431,30</i>

<b>BALANCE MEDIOAMBIENTAL</b>
<i>Emisiones de CO2 evitadas a la atmósfera por año 373,30 toneladas</i>

Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

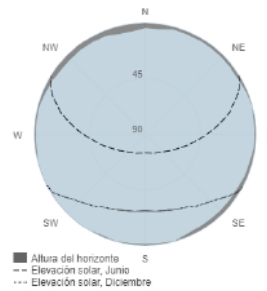
Datos proporcionados:

Lattitud/Longitud: 38.370,-0.468  
 Horizonte: Calculado  
 Base de datos: PVGIS-SARAH2  
 Tecnología FV: Silicio cristalino  
 FV instalado: 500 kWp  
 Pérdidas sistema: 14 %

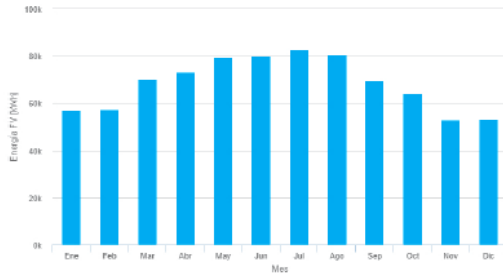
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 35 °  
 Ángulo de azimut: -3 °  
 Producción anual FV: 821175.58 kWh  
 Irradiación anual: 2112.3 kWh/m²  
 Variación interanual: 18768.46 kWh  
 Cambios en la producción debido a:  
 Ángulo de incidencia: -2.58 %  
 Efectos espectrales: NaN %  
 Temperatura y baja irradiancia: -7.2 %  
 Pérdidas totales: -22.25 %

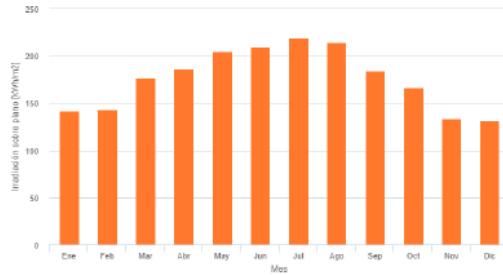
Perfil del horizonte en la localización seleccionad



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	57162.7142.0	6571.2	
Febrero	57362.7143.0	6377.7	
Marzo	70205.5176.7	5658.6	
Abril	73239.4185.9	4244.0	
Mayo	79565.0205.1	6102.5	
Junio	80081.6209.6	1914.4	
Julio	82803.1219.3	2291.0	
Agosto	80567.5214.2	2700.8	
Septiembre	69737.7184.3	3879.2	
Octubre	64238.5166.9	5308.7	
Noviembre	52827.8133.7	5253.1	
Diciembre	53383.9131.6	4777.6	

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].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y los servicios de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores humanos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o actualizado en el futuro o haber sido oídos de alguna manera. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar esta web o sus servicios en línea. Para obtener más información, por favor visite [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_es](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_es)

PVGIS © Unión Europea, 2001-2023.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/08/28



## **15.- SUBVENCIONES**

Mediante Real Decreto 477/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, se establecen seis programas de incentivos de autoconsumo, almacenamiento y usos térmicos de energías renovables y el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), mediante la presente resolución pone en marcha los programas 1, 2, 3, 5 y 6, que son los siguientes:

- Programa de incentivos 1: Realización de instalaciones de autoconsumo con fuentes de energía renovable, en el sector servicios, con o sin almacenamiento.
- Programa de incentivos 2: Realización de instalaciones de autoconsumo con fuentes de energía renovable, en otros sectores productivos de la economía, con o sin almacenamiento.
- Programa de incentivos 3: Incorporación de almacenamiento en instalaciones de autoconsumo con fuentes de energía renovable, ya existentes en el sector servicios y otros sectores productivos.
- Programa de incentivos 5: Incorporación de almacenamiento en instalaciones de autoconsumo con fuentes de energía renovable, ya existentes en el sector residencial, las administraciones públicas y el tercer sector.
- Programa de incentivos 6: Realización de instalaciones de energías renovables térmicas en el sector residencial.

### **15.1.- PROGRAMA 1**

Por las características y situación tanto del proyecto como del promotor, en este caso cabría la posibilidad de acogerse al PROGRAMA 1. El programa 1 cuenta con las siguientes cuantías subvencionables:

Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
 Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

Actuaciones	Coste unitario de la instalación de referencia	Coste subvencionable unitario máximo	% ayuda GRAN EMPRESA (aplicable sobre coste subvencionable)	% ayuda MEDIANA EMPRESA (aplicable sobre coste subvencionable)	% ayuda PEQUEÑA EMPRESA (aplicable sobre coste subvencionable)
Instalación FV autoconsumo (1.000 kW < P ≤ 5.000 kW)	120	460	15%	25%	35%
Instalación FV autoconsumo (100 kW < P ≤ 1.000 kW)	-	749	15%	25%	35%
Instalación FV autoconsumo (10 kW < P ≤ 100 kW)	-	910	15%	25%	35%
Instalación FV autoconsumo (P ≤ 10 kW)	-	1188	15%	25%	45%

El coste subvencionable para la instalación objeto del presente proyecto alcanzaría:

$$\text{Coste subvencionable} = 749 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 500 \text{ kW}$$

$$\text{Coste subvencionable} = 374.500 \text{ €}$$

$$\text{Coste subvencionable FINAL} = 15\% * 374.500 \text{ €}$$

$$\text{Coste subvencionable FINAL} = 56.175 \text{ €}$$

#### 16.- MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS INTERMEDIOS Y ACABADOS

No existen materias primas.

#### 17.- COMBUSTIBLES

No se consumen.

#### 18.- INSTALACIONES SANITARIAS

Las instalaciones no disponen de aseos ya que no existe personal a cargo de las mismas.



## 19.- VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN

La ventilación del local queda asegurada ya que está totalmente a la intemperie.

## 20.- REPERCUSIÓN SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

### 20.1.- RUIDOS, INSONORIZACIÓN

El nivel sonoro NULO, no se genera ruido ni vibraciones.

### 20.2.- VIBRACIONES

No existen máquinas que produzcan vibraciones en la actividad

### 20.3.- HUMOS, GASES, OLORES Y POLVOS EN SUSPENSIÓN

No se desprenden humos, gases, olores, nieblas o polvos en suspensión que sean perjudiciales al medio ambiente.

## 21.- RIESGO DE INCENDIO, DEFLAMACIÓN Y EXPLOSIÓN

El riesgo de Incendio es NULO ya que las instalaciones no contienen elementos inflamables. El único elemento que tiene algún tipo de riesgo de incendio es el cuadro eléctrico y se dispondrá de un extintor de CO2 junto a los cuadros protecciones e Inversores.

## 22.- AGUA POTABLE

El suministro de agua potable se realizará por medio de la red local de abastecimiento de agua y de la red, aunque la actividad no requiere consumo de agua salvo para la limpieza de la superficie de los paneles solares cuando se realiza el mantenimiento.

## 23.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO





## 24.- BIBLIOGRAFIA

- Los documentos Pliego de Condiciones, Estudio Básico de Seguridad y Salud y Gestión de Residuos se ha basado en documentos similares redactados por la empresa SOL FOTOVOLTAICA ELECTRICIDAD, S.L.
- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>
- <https://sostenibleosustentable.com/es/energia-renovable/energia-eolica-que-es-ventajas-desventajas/>
- <https://www.energiasrenovablesinfo.com/hidraulica/energia-hidraulica-ventajas-desventajas/>
- <https://sostenibleosustentable.com/es/energia-renovable/que-es-energia-geotermica-ventajas-desventajas/>
- <https://www.ecologiaverde.com/energia-biomasa-ventajas-y-desventajas-2803.html>
- <https://www.otovo.es/blog/placas-solares/ja-solar/>
- <https://www.sfe-solar.com/noticias/autoconsumo/funcionamiento-inversor-fotovoltaico/>
- <https://www.ivace.es/index.php/es/ayudas/energia/ayudas-ahorro-y-eficiencia-energetica-energias-renovables-y-autoconsumo-solicitud-abierta/55059-ayudas-al-autoconsumo-y-el-almacenamiento-con-fuentes-de-energia-renovable-y-a-la-implantacion-de-sistemas-termicos-renovables>

## **CAPÍTULO 2. “CALCULOS ELÉCTRICOS Y PROTECCIONES”**

## ÍNDICE

1.- PUESTA A TIERRA .....	1
2.- SECCIONES DE CABLEADO.....	1
3.- CANALIZACIONES .....	3
4.- PROTECCIONES .....	3
5.- CÁLCULO DE LÍNEAS.....	4
6.- CÁLCULO DE PROTECCIONES .....	7

## 1.- PUESTA A TIERRA

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de acuerdo con el Reglamento electrotécnico para baja tensión, es decir, existirán dos instalaciones independientes de puesta a tierra el primario de conexión a tierra de la red de Corriente Continua CC (campo fotovoltaico) y el secundario de puesta a tierra de la instalación de Corriente Alterna CA.

Por ello, se realizará una única toma de tierra conectando directamente a la barra principal de tierra independiente de la del edificio, tanto para la estructura soporte del generador fotovoltaico, como la borna de puesta a tierra del inversor, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas para las personas con la realización de diversas tomas de tierra en el edificio.

La superficie del conductor de protección será como mínimo la del conductor de la fase correspondiente.

## 2.- SECCIONES DE CABLEADO

Se utilizará cable de Cu flexible, clase 5, con aislamiento XPLE y cubierta PVC, de sección según cálculos adjuntos, tanto para el tramo de continua, que discurre desde las cajas de conexión de cada módulo hasta el inversor, como para el tramo de alterna, desde el inversor hasta el punto de conexión. En la parte CC, los cables de cada polo (+/-) se conducirán independientemente. En la parte CA, se utilizará cableado unipolar para los tramos monofásicos y trifásicos.

La elección de la sección de cableado se basa en dos criterios: el térmico y el de la caída de tensión. Para determinar la sección de los conductores se tendrá en cuenta el apartado 5 de la ITC-BT-40 del REBT; Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, donde cita:

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1.50 %, para la intensidad nominal.

Ambos criterios se deben a la resistencia ofrecida por el cable, naciendo el térmico del efecto Joule, que supone una emisión de calor que debe quedar por debajo de la soportada por el cable, y el de la caída de tensión siendo igualmente dependiente de la intensidad transportada. El criterio de caída de tensión suele resultar más restrictivo.

### CRITERIO TÉRMICO:

- Tramo CC: La intensidad máxima transportada en cada serie corresponde a la de cortocircuito del módulo escogido. Esta corriente es de 14.00 A para el módulo JAM72S30-550/MR. Por seguridad, se tomará un valor para los cálculos un 125 % de esta corriente, cumpliendo con lo indicado en la ITC- BT 40 para instalaciones generadoras. Esta corriente debe ser inferior a la máxima admisible por el cable en todo el trazado.

$$P = V * I_{MAX}$$

- Tramo AC: La intensidad máxima transportada estará dada por la siguiente expresión:

LÍNEAS MONOFÁSICAS:

$$P = V * I_{MAX} * \cos \varphi \quad (1)$$

LÍNEAS TRIFÁSICAS:

$$P = \sqrt{3} * V * I_{MAX} * \cos \varphi \quad (2)$$

Donde P es la máxima potencia generada por el inversor seleccionado, valor límite de la potencia inyectada y U es la tensión, es decir 400 V. El cos fi se fija en 1. La corriente por los tramos comunes a varios inversores será la suma de la máxima aportada por cada inversor. Esta corriente debe ser inferior a la máxima admisible por el cable en todo el trazado.

CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN:

La caída máxima en la parte CC será inferior al 1.50 % y en la parte AC inferior al 1.50 %.

Con estas premisas se obtienen las distancias máximas de cableado, mediante la relación, donde Lcc es la longitud de bucle y Lac es la longitud de recorrido lineal.

$$S = \frac{L_{CC} * I}{K * \Delta U} \quad (3)$$

$$S = \frac{P * L_{AC}}{\sqrt{3} * \Delta U * K * V} \quad (4)$$

S: Sección del conductor en milímetros cuadrados [mm <sup>2</sup> ]	- ΔU: Caída de tensión en voltios [V].
Lcc: Longitud de conexión módulos - inversor en metros [m]	- I: Intensidad máxima en amperios [A]
K: Conductividad del conductor [m/ □mm <sup>2</sup> ] (56 para Cu)	- Lac: Longitud de recorrido lineal en metros [m]
P: Potencia [W]	- V: Voltaje [V]

### 3.- CANALIZACIONES

Se utilizarán canalizaciones para todos los tramos de cableado. Éstas tendrán las secciones aconsejadas por la ITC-BT-21. Estas canalizaciones deberán cumplir con la norma UNE-EN 50.086.

En cualquier caso, la sección interior es, como mínimo, igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Para los tramos accesibles (alturas respecto al suelo inferiores a 2,5 m), el cableado se instalará bajo tubo de protección mecánica 4, siguiendo lo especificado en ITC BT-06 punto 3.1.1 e ITC BT-11 punto 1.2.1. Esto incluye los siguientes tramos:

Todos los tramos dentro de la cubierta plana.

Bajantes a sala de inversores o contadores situadas a la intemperie. Se respetarán asimismo las siguientes distancias mínimas:

Ventanas: 0,3 m al borde superior y 0,5 m a los bordes inferior y laterales.

Balcones: 0,3 m al borde superior y 1 m a los bordes laterales. El cableado que discorra por el interior del edificio, se conducirá bajo canaleta.

### 4.- PROTECCIONES

#### TRAMOS EN CC

Cortocircuitos: el cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal del mismo.

El cortocircuito puede, sin embargo, ser perjudicial para el inversor. Como medio de protección se incluyen Magnetotérmicos de CC específicos en cada Serie, y además se añaden un dispositivo de protección contra sobrecargas.

Para las personas es peligrosa la realización o eliminación de un cortocircuito franco en el campo generador, por pasar rápidamente del circuito abierto al cortocircuito, lo que produce un elevado arco eléctrico, por la variación brusca en la corriente. Como medida de protección a las personas frente a este caso es por tanto recomendable la conducción separada del positivo y del negativo. Así se evita la realización o eliminación accidental de un cortocircuito producido por daños en el aislamiento del cable.

Sobrecargas: aunque el inversor obliga a trabajar al generador fotovoltaico fuera de su punto de máxima potencia cuando la potencia de entrada es excesiva, el magnetotérmico introducido en el sistema en cada serie sirve de protección contra sobrecargas y, adicionalmente, facilita las tareas de mantenimiento. Para que cumpla esta función, se debe cumplir la siguiente condición, general para cualquier dispositivo:

$$I_{DISEÑO DE LÍNEA} \leq I_{DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN} \leq I_{MÁXIMA ADMISIBLE}$$

Con lo que existe un margen que permite que puedan elegirse de forma que se eviten fusiones no deseadas.

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

El aislamiento clase II de los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión. Éstas últimas, contarán además con llave y estarán dotadas de señales de peligro eléctrico.

Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de un primer fallo, cuando la resistencia de aislamiento sea inferior a:

$$R_{ISO,MIN}(\Omega) = 40 * V_{G,MIN}(V) - 1000$$

Donde  $V_{G,MAX}$  es la tensión correspondiente al generador en circuito abierto operando a baja temperatura que corresponde al 125 % de la tensión de circuito abierto en condiciones estándar. Esta tensión es la mayor que puede alcanzar el generador fotovoltaico, por lo que constituye la condición de mayor peligro eléctrico.

Con esta condición se garantiza que la corriente de defecto va a ser inferior a 30 mA, que marca el umbral de riesgo eléctrico para las personas.

El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

Sobretensiones: sobre el generador fotovoltaico, se pueden originar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada CC del inversor mediante dispositivos bipolares de protección clase II, válidos para la mayoría de equipos. Estos dispositivos tienen un tiempo de actuación bajo  $< 25$  ns y una corriente máxima de actuación de 15 kA, con una tensión residual inferior a 2 kV. El dispositivo tendrá una tensión de operación marcada por el diseño del sistema concreto, rango definido entre la tensión de serie para la menor tensión en el punto de máxima potencia, 25 V para módulos de 25 V de tensión nominal específica, y la tensión mayor de circuito abierto, 45 V para este mismo tipo de módulos, en ambos casos considerando el efecto de la temperatura. No se hace necesaria la protección de cables, tubos, contadores, etc, por permitir éstos valores más altos de tensión residual (4-6 kV).

## 5.- CÁLCULO DE LÍNEAS

### TRAMO DE CONTINUA C.C. SERIE 18 MFV

En condiciones óptimas de funcionamiento de los módulos se tiene la máxima potencia.

Por tanto, se tiene que: Tensión (U): 755,28 V

Caída de Tensión ( $\Delta U$ ): 1,50 %

Multiplicando la Tensión por la Intensidad máxima se obtiene la potencia máxima transportada en el circuito de continua, en cada grupo fotovoltaico. Para determinar la sección de los conductores se valorará tanto el criterio para capacidad térmica como el de caída de tensión.

Para el criterio de capacidad térmica se empleará una tabla Intensidad-Sección:

Intensidad máxima admisible para cables conductores de cobre al aire.



Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
 Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

---

Para el criterio de caída de tensión se tendrá en cuenta la expresión (3), siendo la máxima caída de tensión total de 1,50 %

Módulos-Inversor: 1,50 % de 755,28 V = 11,33 V (Series CC)

Tramo de Línea	Lcc [m]	I [A]	I CALCULO [A]	K [m/ Ω mm <sup>2</sup> ]	ΔU [V]	S [mm <sup>2</sup> ]	S [mm <sup>2</sup> ]
Serie 18 MFV	187	13.11	16,39	48	11,33	5,64	6

Tipo de Cable: XLPE de tensión asignada 0,6/1kV Unipolar de sección mínima 6 mm<sup>2</sup> con recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Ej. Cable RZ con aislante de polietileno reticulado (R) y conductores de aluminio cableados en hélice visible (Z).

TRAMO DE CONTINUA C.C. SERIE 19 MFV

En condiciones óptimas de funcionamiento de los módulos se tiene la máxima potencia.

Por tanto, se tiene que: Tensión (U): 797,24 V

Caída de Tensión (ΔU): 1,50 %

Multiplicando la Tensión por la Intensidad máxima se obtiene la potencia máxima transportada en el circuito de continua, en cada grupo fotovoltaico. Para determinar la sección de los conductores se valorará tanto el criterio para capacidad térmica como el de caída de tensión.

Para el criterio de capacidad térmica se empleará una tabla Intensidad-Sección:

Intensidad máxima admisible para cables conductores de cobre al aire.

Para el criterio de caída de tensión se tendrá en cuenta la expresión (3), siendo la máxima caída de tensión total de 1,50 %

Módulos-Inversor: 1,50 % de 797,24 V = 11,96 V (Series CC)

Tramo de Línea	Lcc [m]	I [A]	I CALCULO [A]	K [m/ Ω mm <sup>2</sup> ]	ΔU [V]	S [mm <sup>2</sup> ]	S [mm <sup>2</sup> ]
Serie 19 MFV	187	13.11	16,39	48	11,96	5,34	6

Tipo de Cable: XLPE de tensión asignada 0,6/1kV Unipolar de sección mínima 6 mm<sup>2</sup> con recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Ej. Cable RZ con aislante de polietileno reticulado (R) y conductores de aluminio cableados en hélice visible (Z).

TRAMO DE ALTERNA C.A. – SALIDA INVERSOR 100 KW

Teniendo en cuenta el apartado 5 de la ITC-BT-40 donde se cita:

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión, no será superior al 1.50%, para la intensidad nominal.

Por tanto: Para la instalación de 100000 W

Tensión nominal (U): 400 V

Longitud de la línea Trifásica (Lca): 42 m

Caída de tensión ( $\Delta U$ ): 1,50 %

Para determinar la sección también se utilizará el criterio de caída de tensión e intensidad máxima admisible según ITC-BT-19, atendiendo como no, al más desfavorable.

#### CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN

Utilizando la fórmula (1), se obtiene:

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos \phi) = 83,33 \text{ A}$$

Por ser instalación generadora según ITC-BT-40 y aplicando el coeficiente de corrección y seguridad del 125 % tendremos:  $I_{\max} = 104,17 \text{ A}$

Calculando la sección, según la caída de tensión: 1.5 % de 400 V = 6,00 V

De la expresión (4)  $S = P \times L / \sqrt{3} \times \Delta U \times K \times V = 21,05 \text{ mm}^2$ ; 25 mm<sup>2</sup>

#### CRITERIO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Según la Tabla A de la ITC-BT-19, teniendo en cuenta que la línea es trifásica, con aislamiento XLPE y según el método de instalación más desfavorable (Método A1 – Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislante) y que al ser una línea de 42 metros, es muy probable que alguno de los tramos se instale de dicha manera, para una intensidad de cálculo de 104,83 A obtenemos una sección de 50 mm<sup>2</sup>.

Se adopta el criterio de intensidad máxima admisible al resultar más desfavorable. Entonces para todas las líneas de alterna la sección será de 50 mm<sup>2</sup>. Garantizamos así una CDT inferior al 1.50 %.

Tipo de Cable: XLPE de Tensión asignada 0,6/1 kV Unipolar de sección mínima 50 mm<sup>2</sup> con recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie. Ej. Cable RZ con aislante de polietileno reticulado (R) y conductores de cobre cableados en hélice visible (Z).

Tramo de Línea	Lac [m]	I [A]	I CALCULO [A]	K [m/ $\Omega$ mm <sup>2</sup> ]	$\Delta U$ [V]	S [mm <sup>2</sup> ]
Serie AC	42	83,33	104,17	48	6,00	50

## 6.- CÁLCULO DE PROTECCIONES

Interruptor General de Corte Automático

Dado que la Intensidad total de la instalación será:

$$I_{\max} = P / (\sqrt{3} \times V \times \cos \phi)$$

$$P = \text{Potencia Máxima} = 100000 \text{ W}$$

$$V = \text{Tensión} = 400 \text{ V}$$

$$\cos \phi = 1$$

$$I_{\max} = 22000 / (\sqrt{3} \times 230 \times 1) = 83,33 \text{ A}$$

$$I_{\text{calc}} = 83,33 \times 125\% = 104,17 \text{ A}$$

Interruptor Automático de calibre 100 A

Diferencial de calibre 100 A / 0,03 mA

## **CAPÍTULO 3. “PRESUPUESTO”**

## ÍNDICE

1. COSTE DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	1
1.1. COSTE MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	1
1.2. COSTE INVERSOR FOTOVOLTAICO .....	1
1.3. COSTE ESTRUCTURAS MODULOS.....	1
1.4. COSTE SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.....	1
1.5. COSTE MATERIAL ELÉCTRICO .....	1
1.5.1. FUSIBLE .....	1
1.5.2. INTERRUPTOR DIFERENCIAL .....	1
1.5.3. INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO .....	2
1.5.4. CABLEADO.....	2
1.6. SISTEMA DE ELEVACIÓN.....	2
1.7. INSTALACIÓN.....	2
2. RESUMEN DE COSTES.....	3
3. RENTABILIDAD.....	4
3.1. PRECIOS 2023.....	6
3.2. INFLACIÓN 5%.....	6
3.3. DEFLACIÓN 5% .....	7
4. APLICACIÓN SUBVENCIÓN PREGRAMA 1 (IVACE).....	7
4.2. RENTABILIDAD SUBVENCIÓN .....	8

## 1. COSTE DE LAS UNIDADES DE OBRA

El precio unitario teórico de todos los componentes de la instalación se ha obtenido de la página web de la plataforma CYPE llamada Generador de Precios España.

### 1.1. COSTE MODULOS FOTOVOLTAICOS

Módulo fotovoltaico JA SOLAR – JAM 72S30 –  $\frac{550}{MR}$  (o similar): 162,86 €/Ud

$$Coste_{placas} = 909 Ud * 162,86 \frac{€}{Ud} = 148.039,74 €$$

### 1.2. COSTE INVERSOR FOTOVOLTAICO

Inversor Huawei SUN2000 – 100KTL – M1 (o similar): 5.117,48 €/Ud

$$Coste_{inversores} = 5 Ud * 5.117,48 \frac{€}{Ud} = 25.587,40 €$$

### 1.3. COSTE ESTRUCTURAS MODULOS

Estructura K2 System MultiAngle (o similar): 53,73 €/Ud

$$Coste_{placas} = 909 Ud * 53,73 \frac{€}{Ud} = 48.841,47 €$$

### 1.4. COSTE SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

Smart Power Sensor DTSU666 – H HUAWEI trifásico (o similar): 182,64 €/Ud

$$Coste_{placas} = 1 Ud * 182,64 \frac{€}{Ud} = 182,64 €$$

### 1.5. COSTE MATERIAL ELÉCTRICO

#### 1.5.1. FUSIBLE

Fusible 16 A: 15,92 €/Ud

$$Coste_{fusibles\ 16\ A} = 50 Ud * 15,92 \frac{€}{Ud} = 796,00 €$$

#### 1.5.2. INTERRUPTOR DIFERENCIAL

Interruptor diferencial (4P) 100 A – 300 mA : 892,37 €/Ud

$$Coste_{Int\ diferencial} = 5 Ud * 892,37 \frac{€}{Ud} = 4.461,85 €$$

### 1.5.3. INTERRUPTOR AUTOMATICO MAGNETOTERMICO

Interruptor automático magnetotérmico (4P) 100 A : 297,94 €/Ud

$$Coste_{Int\ automático} = 5 Ud * 297,94 \frac{€}{Ud} = 1.489,70 €$$

### 1.5.4. CABLEADO

#### CABLEADO CORRIENTE CONTINUA

Cable eléctrico para baja tensión Cu – 2x6mm<sup>2</sup> – XLPE : 2,84 €/m

$$Coste_{cable\ cc} = 9.350 m * 2,84 \frac{€}{m} = 26.554,00 €$$

#### CABLEADO CORRIENTE ALTERNA

Cable eléctrico para baja tensión Cu – 3x50 + 25TT mm<sup>2</sup> – XLPE : 23,40 €/m

$$Coste_{cable\ ca} = 210 m * 23,40 \frac{€}{m} = 4.914,00 €$$

### 1.6. SISTEMA DE ELEVACIÓN

Alquiler sistema de elevación : 760,47 €/día

$$Coste_{Sist\ de\ elevacion} = 3 día * 760,47 \frac{€}{día} = 2.281,41 €$$

### 1.7. INSTALACIÓN

El coste de la instalación se ha estimado teniendo en cuenta distintos proyectos de las mismas características o características similares.

$$Coste_{Instalacion} = 44.352,00 €$$

## 2. RESUMEN DE COSTES

Cantidad	Unidad	Concepto	Precio/ud	Total
909	Ud.	Módulo solar fotovoltaico JA SOLAR JAM72S30-550/MR de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 550 W (o similar)	162,86	148.039,74
5	Ud.	Inversor Huawei SUN2000-12KTL-M5 12kW Trifásico (o similar)	5.117,48	25.587,40
<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>				<b>173.627,14</b>

Unidades		Concepto	Precio/ud	Total (€)
909	Ud.	Estructura K2 System MultiAngle (o similar)	52,73	47.928,54
1	Ud.	Smart Power Sensor DTSU666-H HUAWEI trifásico (o similar)	182,64	182,64
MATERIAL ELÉCTRICO				
50	Ud.	FUSIBLE	15,92	796,00
5	Ud.	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	892,37	4.461,85
5	Ud.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTERMICO	297,94	1.489,70
CABLEADO				
9350	m	CACLEADO CC	2,84	26.554,00
210	m	CABLEADO AC	23,40	4.914,00
3	Día	SISTEMA DE ELEVACIÓN	760,47	2.281,41
1	Ud.	INSTALACIÓN	44.352,00	44.352,00
<b>TOTAL INSTALACIONES</b>				<b>132.960,14</b>

<b>TOTAL PEM</b>				<b>306.587,28</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>			13%	<b>39.856,35</b>
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL</b>			6%	<b>18.395,24</b>
<b>SUMA PEM + GG + BI</b>				<b>364.838,87</b>
<b>IVA</b>			21%	<b>76.616,16</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>441.455,03</b>



<b>RESUMEN CAPÍTULOS</b>	
1.- MAQUINARIA Y EQUIPOS	173.627,14 €
2.- INSTALACIONES	132.960,14 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL</b>	<b>306.960,28 €</b>

**El presupuesto de ejecución material asciende a un total de trescientos seis mil novecientos sesenta euros con veintiocho céntimos**

<b>RESUMEN PRESUPUESTO</b>	
1.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL	306.960,28 €
2.- 13% GASTOS GENERALES	39.850,35 €
3.- 6% BENEFICIO INDUSTRIAL	18.395,24 €
Suma PEM + GG + BI	364.838,87 €
4.- IVA	76.616,16 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>441.455,03 €</b>

**EL PRESUPUESTO ASCIENDE A UN TOTAL DE CUATROCIENTOS CUARENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON TRES CÉNTIMOS.**

<b>COSTE PICO</b>	
1.- PRESUPUESTO TOTAL	441.455,03 €
2.- VATIOS DE LA INSTALACIÓN	500.000 W
<b>COSTE PICO DE LA INSTALACIÓN [€/W]</b>	<b>0,88</b>

### 3. RENTABILIDAD

El precio del kWh de la luz en España en 2023 varía dependiendo de la comercializadora, la modalidad de tarifa y el mercado en el que se contrate. El precio de la luz en de las principales compañías de luz es el siguiente:

Tarifas de luz	Precio consumo
Iberdrola	0,1957 €/kWh
EDP	0,1279 €/kWh
Repsol	0,1199 €/kWh
Endesa	0,2139 €/kWh
Naturgy	0,1503 €/kWh

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

---

Precio Medio	0.1615 €/kWh
--------------	--------------

Se realiza el mismo procedimiento para estimar el precio de los excedentes fotovoltaicos.

Tarifas de luz	Precios excedentes
Iberdrola	0,096 €/kWh
EDP	0,110 €/kWh
Repsol	0,105 €/kWh
Endesa	0,100 €/kWh
Naturgy	0,110 €/kWh
Precio Medio	0.1040 €/kWh

A su vez, tampoco podemos saber con exactitud la energía demandada. Para ello sería necesaria tener acceso a las fracturas energéticas del edificio o la posibilidad de hacer una auditoría energética del mismo. Para poder realizar una estimación de la demanda, se ha hecho uso del Instituto Catalán de Energía, ya que no se ha encontrado algo similar para la Comunidad Valencia.

Según el Instituto Catalán de la Energía, el gasto en energía de las grandes superficies comerciales depende de su tamaño, si bien su consumo energético medio se sitúa entre 118 y 333 kWh por m<sup>2</sup>. Para nuestro caso nos hemos quedado con el dato de 118 kWh/m<sup>2</sup>.

Consumo anual/superficie: 118 kWh/m<sup>2</sup>

Superficie útil edificio: 8.181 m<sup>2</sup>

Consumo anual del edificio: 965.358 kWh

Teniendo en cuenta que Leroy Merlín abre todos los días de la semana, de 7:00 a 22:00, excepto los domingos que abre de la 10:00 a 21.00 contamos con que serán capaces de auto consumir casi toda la energía producida. Por ponernos en el lado más restrictivo, vamos a contar con que únicamente consumen el 80% de la energía producida, ya que dicho porcentaje es el más restrictivo entre las subvenciones.

Una vez conocidas las variables, se ha estimado la rentabilidad para tres escenarios. Un primer escenario manteniendo los precios actuales en el tiempo. La tasa de inflación debería aumentar los precios en el futuro, pero como actualmente, en 2023, como no nos encontramos en una situación energética estable se han querido contemplar los escenarios en el que los precios no tienen variaciones notables, así como los escenarios con una tasa de inflación del 5%, y una deflación del 5%.

### 3.1. PRECIOS 2023

Energía consumida	965.358,00 kWh/año
Energía producida:	821.175,59 kWh/año
Energía autoconsumida:	656.940,47 kWh/año
Energía vertida a red	164.235,12 kWh/año
Cobertura anual de la demanda	68%
Porcentaje de energía autoconsumida	80%
Energía comprada a red	308.417,53 kWh/año
Ahorro estimado por la energía generada	106.095,89 €/año
Ingresos exportación energía:	17.080,45 €/año
Mantenimiento (10% del PEM)	30.658,73 €
Ahorro Económico	123.176,34 €
Presupuesto Total	441.455,03 €
Periodo de Retorno	4,77 años

### 3.2. INFLACIÓN 5%

Energía consumida	965.358,00 kWh/año
Energía producida:	821.175,59 kWh/año
Energía autoconsumida:	656.940,47 kWh/año
Energía vertida a red	164.235,12 kWh/año
Cobertura anual de la demanda	68%
Porcentaje de energía autoconsumida	80%
Energía comprada a red	308.417,53 kWh/año
Ahorro estimado por la energía generada	117.249,35 €/año
Ingresos exportación energía:	18.876,06 €/año
Mantenimiento (10% del PEM)	30.658,73 €
Ahorro Económico	136.125,41 €
Presupuesto Total	441.455,03 €
Periodo de Retorno	4,19 años

### 3.3. DEFLACIÓN 5%

Energía consumida	965.358,00 kWh/año
Energía producida:	821.175,59 kWh/año
Energía autoconsumida:	656.940,47 kWh/año
Energía vertida a red	164.235,12 kWh/año
Cobertura anual de la demanda	68%
Porcentaje de energía autoconsumida	80%
Energía comprada a red	308.417,53 kWh/año
Ahorro estimado por la energía generada	96.003,65 €/año
Ingresos exportación energía:	15.455,70 €/año
Mantenimiento (10% del PEM)	30.658,73 €
Ahorro Económico	111.459,34 €
Presupuesto Total	441.455,03 €
Periodo de Retorno	5,46 años

### 4. APLICACIÓN SUBVENCIÓN PROGRAMA 1 (IVACE)

El programa 1 cuenta con las siguientes cuantías subvencionables:

Actuaciones	Coste unitario de la instalación de referencia	Coste subvencionable unitario máximo	% ayuda GRAN EMPRESA (aplicable sobre coste subvencionable)	% ayuda MEDIANA EMPRESA (aplicable sobre coste subvencionable)	% ayuda PEQUEÑA EMPRESA (aplicable sobre coste subvencionable)
Instalación FV autoconsumo (1.000 kW < P ≤ 5.000 kW)	120	460	15%	25%	35%
Instalación FV autoconsumo (100 kW < P ≤ 1.000 kW)	-	749	15%	25%	35%
Instalación FV autoconsumo (10 kW < P ≤ 100 kW)	-	910	15%	25%	35%
Instalación FV autoconsumo (P ≤ 10 kW)	-	1188	15%	25%	45%

El coste subvencionable para la instalación objeto del presente proyecto alcanzaría:

$$\text{Coste subvencionable} = 749 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 500 \text{ kW}$$

$$\text{Coste subvencionable} = 374.500 \text{ €}$$

$$\text{Coste subvencionable FINAL} = 15\% * 374.500 \text{ €}$$

$$\text{Coste subvencionable FINAL} = 56.175 \text{ €}$$

#### 4.2. RENTABILIDAD SUBVENCIÓN

Aplicando la cuantía subvencionable sobre el presupuesto total del proyecto y manteniendo los valores energéticos del apartado 3. RENTABILIDAD, obtendríamos:

Mantenimiento (10% del PEM)	30.658,73 €
Ahorro Económico	123.176,34 €
Presupuesto Total	385.280,03 €
Periodo de Retorno	4,16 años

## **CAPÍTULO 3. “PLIEGO DE CONDICIONES”**

## ÍNDICE

1.- CONDICIONES GENERALES.....	1
1.1.- SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS .....	1
1.2.- ESTRUCTURA SOPORTE.....	1
1.3.- INVERSORES.....	2
1.4.- CABLEADO.....	3
1.5.- TUBOS PROTECTORES.....	4
1.6.- CAJA DE EMPALME Y DERIVACIÓN .....	4
1.7.- CONEXIÓN A RED .....	4
1.8.- MEDIDAS.....	4
1.9.- PROTECCIONES .....	4
1.10.- PUESTA A TIERRA.....	4
1.11.- ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.....	5
1.12.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	5
2.- CONDICIONES FACULTATIVAS.....	5
2.1.- PLANOS .....	5
2.2.- DIRECCIÓN DE OBRAS.....	5
2.3.- INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO .....	6
2.4.- REPLANTEO DE OBRAS.....	6
2.5.- LIBRO DE ÓRDENES.....	6
2.6.- INSPECCIÓN DE LAS OBRAS .....	6
2.7.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	7
2.8.- OBRAS DE URGENCIA O IMPREVISTAS.....	8
2.9.- SUBCONTRATOS O CONTRATOS PARCIALES.....	8
2.10.- CUMPLIMIENTO DE LAS DISPONIBILIDADES LEGALES.....	8
2.11.- CAUSAS DE RESCISIÓN .....	8
3.- CONDICIONES TÉCNICAS.....	9
3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA .....	9
3.2.- CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	9

3.2.2.- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN .....	10
3.2.3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	10
3.2.4.- CANALIZACIONES .....	11
3.2.5.- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN .....	12
3.2.6.- APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA .....	13
3.2.7.- APARATOS DE PROTECCIÓN.....	13
3.3.- ESTRUCTURA.....	17
3.4.- INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....	18
3.5.- CONTROL.....	18
3.6.- SEGURIDAD .....	19
3.7.- LIMPIEZA.....	19
3.8.- MANTENIMIENTO .....	19
3.9.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	20
3.10.- VERIFICACIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	20
3.11.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN .....	20



## **1.- CONDICIONES GENERALES**

La redacción del presente Pliego de Condiciones respecto al proyecto “Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante” se ha basado en los pliegos de condiciones redactado por la empresa SOL FOTOVOLTAICA ELECTRICIDAD, S.L., donde el técnico redactor del presente proyecto trabaja desde diciembre de 2022.

En general la instalación eléctrica cumplirá los preceptos del Reglamento Electrotécnico de Baja tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias.

La obligación del instalador será el suministro de todos los materiales, equipos, mano de obra, servicios, accesorios y ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta en marcha de la instalación solar fotovoltaica descrita en la Memoria, representada en los Planos y valorada en el Presupuesto y la cual será montada de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones Técnicas.

### **1.1.- SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS**

Todos los módulos deberán cumplir la especificación UNE-EN 61265 para módulos de silicio cristalino o la especificación UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de película fina y estar certificados por un laboratorio acreditado presentando el correspondiente certificado oficial.

El modelo, el nombre y el logotipo del fabricante deben ser claramente visibles e indelebles en el módulo fotovoltaico.

### **1.2.- ESTRUCTURA SOPORTE**

Las estructuras de soporte DEBEN cumplir con las especificaciones de esta sección. En caso contrario deberá obtenerse la aprobación explícita del IDAE. En cualquiera de los casos se estará a lo dispuesto en el CTE y demás normativa aplicable.

En el momento de la instalación de módulos, la estructura de soporte de los módulos debe soportar cargas de viento y nieve según información del CTE SE-AE.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de montaje del módulo permiten la expansión térmica necesaria mientras siguen las instrucciones del fabricante sin transmitir cargas que puedan comprometer la integridad del módulo.

El número de puntos de fijación del módulo solar debe ser suficiente para evitar que el módulo se doble más de lo permitido por el método aprobado por el fabricante y modelo del módulo, considerando la superficie de apoyo y la posición relativa.

El diseño estructural como la dirección y ángulo de inclinación del sistema de generación de energía fotovoltaica se realiza tomando en consideración la facilidad de montaje y desmontaje y la necesidad de reemplazo de elementos.

La estructura está superficialmente protegida de las influencias ambientales. Si es necesario, taladre agujeros en la estructura antes de galvanizar o proteger la estructura. El tornillo está fabricado en acero inoxidable y cumple con la norma MV-106.

Para construcciones galvanizadas, se pueden utilizar tornillos galvanizados, excepto que la parte de montaje del módulo sea de acero inoxidable.

La instalación de los módulos se detiene y la propia estructura no proyecta sombra sobre los módulos.

La estructura de soporte requerida se dispondrá de forma que los módulos puedan montarse en cubierta sin sobrepasar los límites de sombreado especificados en el punto 4.1.2 de la Especificación Técnica IDAE. Todos los accesorios y bancos y/o anclajes están incluidos.

Las estructuras de soporte están calculadas según los estándares CTE-SE-A para soportar cargas extremas de factores climáticos adversos como el viento y la nieve.

Al estar fabricados con perfiles de acero laminado conformados en frío cumplen con la norma CTE-SE-A y garantizan todas las propiedades mecánicas y composición química. Para el galvanizado en caliente cumplimos las normas UNE 37-501 y UNE 37-508 con un espesor mínimo de 80 micras para un bajo mantenimiento y una larga vida útil.

### **1.3.- INVERSORES**

Son aptos para conexión a red y tienen potencia de entrada variable para que la máxima potencia que puede suministrar la planta fotovoltaica esté siempre disponible durante todo el día.

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.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas 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.

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

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

- Encendido y apagado general del inversor.

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en. Condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además, soportará los picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante periodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85% y 88% respectivamente (valores medios incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90% al 92% para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5% de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles y de IP65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

#### **1.4.- CABLEADO**

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

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

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

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

Se utilizará conductor con denominación XLPE-RV-0,6/1kV en línea repartidora. Para las líneas de distribución se utilizará conductor XLPE. 0,6/1kV armado con cables de acero y PVC 450-750.

### **1.5.- TUBOS PROTECTORES**

Para las líneas repartidoras, los tubos protectores serán de PVC rígido, curvable en caliente y con un grado de protección al impacto superior a 5.

Para las líneas de Distribución, los tubos protectores serán de PVC corrugado, y de PVC rígido, curvable en caliente con un grado de protección al impacto superior a 5 para los tramos visibles.

### **1.6.- CAJA DE EMPALME Y DERIVACIÓN**

En superficie, de material aislante, con tapa del mismo material ajustable a presión, rosca o tornillo. Se perforará para el paso de tubos. Se introducirá en el cajeadado al ejecutar las rozas de las instalaciones interiores. La tapa quedará adosada al paramento y las conexiones en su interior se realizarán mediante bornes o dedales aislantes. La Protección será IP 55.

### **1.7.- CONEXIÓN A RED**

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

### **1.8.- MEDIDAS**

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

### **1.9.- PROTECCIONES**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

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

### **1.10.- PUESTA A TIERRA**

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red de baja tensión.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se justificarán los elementos utilizados para garantizar esta condición.

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

#### **1.11.- ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA**

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

#### **1.12.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

Se realizarán mediciones de la toma de tierra, sensibilidad y aislamiento de los interruptores magnetotérmicos diferenciales y tantas como el técnico autor del presente proyecto considere necesarias.

### **2.- CONDICIONES FACULTATIVAS**

Este Pliego de Condiciones, juntamente con la Memoria, Presupuesto y Planos, son los documentos que han de servir de base para la ejecución de las obras objeto del contrato, declarando el Contratista que se halla perfectamente enterado de las mismas y que se compromete a ejecutar las obras con sujeción a lo consignado en ellos.

#### **2.1.- PLANOS**

Todas las indicaciones que figuran en los planos se entienden que forman parte de las condiciones del Proyecto. El constructor tiene derecho a sacar copias, a su costa, de los planos, presupuestos y pliego de condiciones.

La Dirección de Facultativa autorizará estas copias comprometiéndose el Contratista a no utilizarlas para otros fines distintos a esta obra.

#### **2.2.- DIRECCIÓN DE OBRAS**

La Dirección de las obras será ejercida por el Técnico designado para ello. A la Dirección de Obras estará afecto el personal que se considere necesario para el normal desarrollo de los trabajos. El Contratista no podrá recusar al Técnico designado para la Dirección de las Obras.

### **2.3.- INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO**

Corresponde exclusivamente a la Dirección de las Obras, la interpretación técnica del Proyecto y las consiguientes expediciones de órdenes complementarias, gráficas o escritas, para el desarrollo del mismo.

La Dirección de la obra podrá ordenar, antes de la ejecución de las mismas, las modificaciones de detalle del proyecto que crea oportunas, siempre que no alteren las líneas generales de éste, no excedan de la garantía técnica exigida y sean razonablemente aconsejadas por eventualidades surgidas durante la ejecución de los trabajos, o por mejoras que se crean convenientes introducir.

Corresponde también a la Dirección de obras, apreciar las circunstancias en las que, a instancia del Contratista, puedan proponerse la sustitución de materiales de difícil adquisición por otros de utilización similar, aunque de distinta calidad o naturaleza y fijar la alteración de precios unitarios que en tal caso estime razonable.

No podrá el Constructor hacer por sí la menor alteración en las partes del Proyecto, sin autorización escrita del Director de Obra.

### **2.4.- REPLANTEO DE OBRAS**

Antes de empezarse las obras se ejecutará un replanteo general en presencia del Contratista o la persona que le represente. Habiendo conformidad con el Proyecto, deberán comenzarse las obras y sino las hubiere se suspenderán, dándose conocimiento a la Superioridad para la resolución que proceda. Serán ejecutados durante el curso de las obras los replanteos parciales que se estimen precisos.

### **2.5.- LIBRO DE ÓRDENES**

El contratista deberá tener en la obra, en todo momento, un libro de órdenes expedido por el Colegio Oficial del Técnico Director de Obras, en donde la Dirección consignará las órdenes que necesite darle y cuyo cumplimiento le será obligatorio si no reclama por escrito antes de las veinticuatro horas.

### **2.6.- INSPECCIÓN DE LAS OBRAS**

Será misión exclusiva de la Dirección de Obras, la comprobación de la realización de las mismas con arreglo al Proyecto y a sus instrucciones complementarias. El Contratista hará guardar las consideraciones debidas al personal de la Dirección de obras, que tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajos y a los almacenes de materiales destinados a la misma, para su reconocimiento previo.

La Dirección de Obras podrá ordenar la apertura de actas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos de construcción o de materiales de calidad deficiente, siendo de cuenta del Contratista todos los gastos, sin derecho a indemnización en caso de confirmarse dichos defectos o vicios y certificando a éste la indemnización correspondiente, tasada a los precios unitarios del presupuesto, en caso contrario.

En cualquier momento que se observen trabajos ejecutados que no estén de acuerdo con lo establecido en prescripciones de dichos documentos, e independientemente de que no hayan sido observados en reconocimientos anteriores, la Dirección de obras notificará al Contratista la necesidad de eliminar dichos trabajos defectuosos o retirar de los almacenes los materiales rechazados, todo lo cual se llevara a cabo por cuenta del referido contratista y sin derecho de indemnización por este concepto.

El Contratista notificará a la Dirección de obras, con la anticipación debida, a fin de proceder a su reconocimiento, la ejecución de las obras de responsabilidad civil que aquella señale, o que, a juicio del Contratista así lo requiera.

## **2.7.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El Contratista facilitará todos los materiales, andamios, maquinaria, herramientas y transportes, así como todos los restantes elementos necesarios para la ejecución de las obras consignadas; todos en disposición de ser empleados en cualquier momento y en completas condiciones de seguridad.

Todos los trabajos han de ejecutarse por personal especializado. Cada oficio ordenará su trabajo armoniosamente con los demás, procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez en la construcción.

El estudio técnico tiene carácter puramente descriptivo y no pueden establecerse reclamaciones fundadas en el contenido de dicho documento.

A falta de instrucciones en el proyecto, o complementarias, se seguirán en todo caso las buenas prácticas de la construcción.

El contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, por sí o representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos de los planos o comunicaciones que se dirijan.

El contratista ejecutará todas las órdenes que reciba de la Dirección de obras, sin perjuicio de que pueda presentar a la misma, dentro del plazo de cuarenta y ocho horas y por escrito sus alegaciones que deberán ser fundadas precisamente en el cumplimiento del presente Pliego de condiciones. La Dirección de las obras cursará en otro plazo igual a la superioridad para la resolución definitiva, estas alegaciones, sin que en ningún caso pueda el contratista interrumpir la marcha de los trabajos.

Una vez dadas las órdenes de empezar los trabajos, deberán éstos ponerse en marcha sin dilación para que la totalidad de la obra esté terminada, limpia, desembarazada de obstáculos y dispuesta para la recepción provisional en el plazo que se señale.

## **2.8.- OBRAS DE URGENCIA O IMPREVISTAS**

La Dirección de las obras podrá ordenar, con carácter de urgencia, la ejecución de los trabajos necesarios en los casos de peligro inminente de que se produzcan los daños mayores o de la presencia de obstáculos imprevistos que imposibiliten la prosecución de las obras, aunque no estén consignados en presupuesto, ejecutándose por el contratista dichos trabajos y tramitándose por la Dirección de obra el consiguiente presupuesto adicional calculado con arreglo a las mismas bases primarias que hayan servido para la confección de precios unitarios del presupuesto del Proyecto.

## **2.9.- SUBCONTRATOS O CONTRATOS PARCIALES**

La Dirección de las obras deberá conocer los nombres de los Subcontratistas que han de intervenir parcialmente en la obra, quien notificará su aprobación o desaprobación, sin que el contratista tenga derecho a reclamación alguna por esta determinación, y sin que pueda eludir, por la aprobación, la responsabilidad ante la Administración, Propiedad y la Dirección de las obras, de los actos u omisiones de los Subcontratistas.

## **2.10.- CUMPLIMIENTO DE LAS DISPONIBILIDADES LEGALES**

El Contratista se obliga a satisfacer a sus obreros los jornales reglamentarios, cotizar puntualmente los Seguros Sociales, cuotas de previsión y accidentes y en general cuantas obligaciones determine la reglamentación de trabajo en la industria de la construcción y obras públicas y demás leyes concordantes y vigentes en materia de previsión y accidentes, pudiendo en todo momento la Dirección de las obras exigir los comprobantes que acrediten este cumplimiento.

## **2.11.- CAUSAS DE RESCISIÓN**

Serán causas de rescisión del contrato establecido entre el Contratista y la Propiedad las siguientes:

- La falta de capacidad técnica y laboral del Contratista y la ejecución de la obra sin el ritmo y orden que se determine.
- El incumplimiento de cualquiera de los artículos de este Pliego de condiciones y de la facultativas, económicas o administrativas del Proyecto.



### **3.- CONDICIONES TÉCNICAS**

#### **3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA**

Las instalaciones eléctricas de baja tensión serán ejecutadas por la empresa instaladora autorizada, contando para ello con instalador Autorizado en Baja Tensión, autorizado para el ejercicio de la actividad según lo establecido en la correspondiente Instrucción Técnica Complementaria del R.E.B.T., sin perjuicio de su posible proyecto y dirección de obra por técnicos titulados pertenecientes a dicha empresa instaladora.

#### **3.2.- CALIDAD DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

##### **3.2.1.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Presupuesto. El tipo de cable que se empleará será **RV-K 0,6/1 kV**, cuyas características técnicas son las que se muestran a continuación:

Flama: No propagador de llama, **UNE-20432.1 (IEC-332.1)**

Conductor de Cu: **Clase 5**

Aislamiento: **XLPE**

Cubierta: **PVC**

Temperatura máxima de utilización: **90 °C**

Características constructivas: **UNE-21 123 (P-2)**

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: a una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate. Para la selección de la sección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada generador fotovoltaico, partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión para la parte de continua no podrá ser superior al 1.5% y para la parte de alterna no podrá ser superior al 1.5%.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

### **3.2.2.- CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima a la fijada en la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente.

### **3.2.3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES**

Para la identificación de los conductores en la parte de corriente continua se marcarán de forma permanente el positivo de color Rojo y el negativo de color Azul, los colores de los recubrimientos serán Azul para el neutro, Marrón, Gris o Negro para las fases y Amarillo-Verde para los de protección.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

### **3.2.4.- CANALIZACIONES**

Los tubos protectores pueden ser:

Tubo y accesorios metálicos

Tubo y accesorios no metálicos

Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.

UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.

UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.

UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas en ITCBT-21.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas en ITC-BT-21.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las señaladas en ITC-BT-21.

Los tubos en canalizaciones enterradas presentarán las características señaladas en ITC-BT-21. El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

En general, para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrá en cuenta lo dictado en ITC-BT-21.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como “canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas”. En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales tendrán unas características mínimas señaladas en apartado 3 de ITC-BT-21.

En bandeja o soporte de bandejas, sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta, unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc. tendrán la misma calidad que la bandeja.

La bandeja y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm. y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

### **3.2.5.- CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso

se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

### **3.2.6.- APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA**

Las únicas maniobras posibles en las centrales solares fotovoltaicas son las de puesta en marcha y parada de los Inversores que forman el generador fotovoltaico.

Para gobierno y maniobra de cada uno de los inversores que se instalen, se dispondrán además de los correspondientes elementos de protección, elementos de seccionamiento en la parte de corriente continua y un interruptor de corte en la parte de corriente alterna que garanticen la ausencia de tensión en bornas de cada inversor.

### **3.2.7.- APARATOS DE PROTECCIÓN**

#### **3.2.7.1.- CUADROS ELÉCTRICOS**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y

paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

### **3.2.7.2.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS**

En el punto de interconexión, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar.

En la salida de generación de corriente alterna de cada uno de los inversores instalados se colocarán dispositivos de protección contra sobreintensidades adecuados a las intensidades nominales que marca el fabricante del inversor.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos

a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### **3.2.7.3.- FUSIBLES**

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente.

Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### **3.2.7.4.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES**

1º.- La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

*Protección por aislamiento de las partes activas:*

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

*Protección por medio de barreras o envolventes:*

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

*Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual:*

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º.- La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- **R<sub>a</sub>** es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.



- **I<sub>a</sub>** es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial residual asignada.
- **U** es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

#### **3.2.7.5.- SECCIONADORES**

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### **3.2.7.6.- MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

#### **3.2.8.- ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS**

La totalidad de los elementos que conforman la Central Solar Fotovoltaica, así como todos los utilizados en su instalación, montaje y mantenimiento, cumplirán con lo especificado en el Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE para instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red, en su revisión vigente de julio de 2011.

### **3.3.- ESTRUCTURA**

La estructura para el soporte de los módulos se realizará en aluminio-magnesio y se fijará en el tejado del titular. Toda la tornillería será de acero inoxidable, según normativa MV-106.

Las partes metálicas de la estructura estarán conectadas a la toma de tierra de la instalación.

Con ella se le dará al campo fotovoltaico una inclinación adecuada respecto de la horizontal para optimizar el rendimiento del mismo en función de la latitud del emplazamiento, en este caso esa inclinación será de 15º aproximadamente. Por la misma razón las orientaciones del campo serán de 22º Sur y -68º Sur.

### **3.4.- INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA**

La Aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.

Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.

Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.

Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

### **3.5.- CONTROL**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### **3.6.- SEGURIDAD**

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.

En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.

Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.

Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.

Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.

No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.

En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### **3.7.- LIMPIEZA**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior

### **3.8.- MANTENIMIENTO**

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

### **3.9.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para B.T., así como las correspondientes Normas y disposiciones vigentes relativas a su fabricación y control industrial o en su defecto, las Normas UNE, especificadas para cada uno de ellos.

Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando sus características aparentes.

### **3.10.- VERIFICACIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

Se efectuarán las pruebas específicas necesarias, así como los diferentes controles que a continuación se relacionan:

- Funcionamiento del interruptor diferencial:
  - Puesta la instalación interior en tensión, accionar el botón de prueba estando el aparato en posición de cerrado.
  - Puesta la instalación interior en tensión, conectar en una base para toma de corriente el conductor de fase con el de protección a través de una lámpara aconsejable de 25 W. incandescente, deberá actuar el diferencial.
  - Funcionamiento del pequeño interruptor automático
  - Abierto el pequeño interruptor automático, conectar, mediante un puente, los alvéolos de fase y neutro en la base de toma de corriente más alejada del Cuadro General de Distribución.
  - A continuación, se cierra el pequeño interruptor automático, realizando esta operación en los distintos circuitos y líneas derivadas, deberá actuar en cada uno de ellos el correspondiente PIA.
- Corriente de fuga.
  - Cerrando el interruptor diferencial y con tensión en los circuitos, se conectarán los receptores uno por uno, durante un tiempo no inferior a 5 minutos, durante los que no deberá actuar el interruptor diferencial.
- Pruebas de puesta en marcha
  - Se realizarán las pruebas y verificaciones que marca el P.C.T. IDAE 2011 en diferentes momentos del día poniendo especial atención al cumplimiento de las protecciones de funcionamiento en Isla y el tiempo de rearme de las protecciones incluidas en los Inversores.

### **3.11.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

Al finalizar la instalación, el técnico autor del proyecto de instalación emitirá un certificado donde se acredite que toda la instalación se ha realizado de acuerdo con el correspondiente proyecto.

Título del Trabajo Fin de Máster

Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vista Hermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

---

Igualmente, si se hubiera realizado alguna modificación, por razones que el técnico responsable hubiere considerado oportunas sobre el proyecto original, éste lo hará constar mediante certificado. Todo ello de acuerdo con los modelos en vigor que dictamine la Dirección General de Industria, Energía y Minas.

## **CAPÍTULO 5. “ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD”**

## ÍNDICE

1- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- CONDICIONES GENERALES.....	1
1.2- OBJETO.....	1
1.3.- DATOS DE LA OBRA.....	1
2.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES EN LA OBRA.....	2
3.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
3.1.- PREVIOS.....	3
3.2.- INSTALACIONES PROVISIONALES.....	3
3.2.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL.....	3
3.2.2.- INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	4
3.2.3.- INSTALACIÓN DE MAQUINARIA.....	6
3.2.4.- INSTALACIONES DE BIENESTAR E HIGIENE.....	6
3.3.- CONDICIONES DE UBICACIÓN.....	6
3.4.- ORDENANZAS Y DOTACIONES DE RESERVA DE SUPERFICIE RESPECTO AL NÚMERO DE TRABAJADORES.....	6
4.- FASES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	7
4.1.- ESTRUCTURA METÁLICA/ALUMINIO.....	7
4.2.- MONTAJE: MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	8
4.3.- TRABAJOS EN CUBIERTA.....	9
4.4.- TRABAJO CON GRÚAS.....	10
4.5.- TRABAJOS EN ALTURA.....	11
4.6.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	13
5.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	14
6.- COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	15
7.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	15
8.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	16
9.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.....	16
10.- LIBRO DE INCIDENCIAS.....	17

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vista hermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

---

11.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	18
12.- DERECHOS DE LOS TRABAJADORES .....	18
13.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS .....	18



## **1- INTRODUCCIÓN**

### **1.1.- CONDICIONES GENERALES**

La redacción del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud respecto al proyecto “Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante” se ha basado en los pliegos de condiciones redactado por la empresa SOL FOTOVOLTAICA ELECTRICIDAD, S.L., donde el técnico redactor del presente proyecto trabaja desde diciembre de 2022.

### **1.2- OBJETO**

El estudio básico tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra, conforme especifica el apartado 2 del artículo 6 del Real Decreto 1627/1997.

Igualmente se especifica que a tal efecto debe contemplar:

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 (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del R.D.

Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior. En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores y las personas ajenas a la ejecución de las obras durante el desarrollo de las mismas que contempla este E.B.S.S.

### **1.3.- DATOS DE LA OBRA**

Tipo de obra: Instalación de Sistema de Energía Solar Fotovoltaica sobre cubierta conectado a red interior para autoconsumo de potencia 500 kWn.

Situación: Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n

Población: Alicante (Alicante)

Titular: LEROY MERLIN ESPAÑA SL

AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombre: Francisco Barceló Martínez

Titulación: Ingeniero Técnico Industria

#### PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El presupuesto total de la obra asciende a 364.838,87 € + 21 % IVA.

#### PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO.

El plazo de ejecución se estima en 2 días laborables, incluida la fase de pruebas y la puesta en marcha.

#### NÚMERO DE TRABAJADORES

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia de 2 trabajadores aproximadamente.

#### RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

- Instalación de Estructura Soporte para los Módulos FV.
- Instalación de Inversores y Cuadro General de Protecciones.
- Instalación de Módulos FV.
- Conexión CC Módulos - Inversores - Cuadro General - Acometida.

#### **2.- NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD 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.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **3.1.- PREVIOS**

Previo a la iniciación de los trabajos en la obra, debido al paso continuado de personal, se acondicionarán y protegerán los accesos, señalizando conveniente los mismos y protegiendo el contorno de actuación con señalizaciones del tipo:

- PROHIBIDO APARCAR EN LA ZONA DE ENTRADA DE VEHÍCULOS
- PROHIBIDO EL PASO DE PEATONES POR ENTRADA DE VEHÍCULOS
- USO OBLIGATORIO DEL CASCO DE SEGURIDAD
- PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

#### **3.2.- INSTALACIONES PROVISIONALES**

##### **3.2.1.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL**

La instalación eléctrica provisional de obra será realizada por firma instaladora autorizada con la documentación necesaria para solicitar el suministro de energía eléctrica a la Compañía Suministradora.

Tras realizar la acometida a través de armario de protección, a continuación, se situará el cuadro general de mando y protección, formado por seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar, puesta a tierra y magnetotérmicos y diferencial. De este cuadro podrán salir circuitos de alimentación a subcuadros móviles, cumpliendo con las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie.

Toda instalación cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

##### Riesgos más frecuentes:

- Heridas punzantes en manos.
- Caída de personas en altura o al mismo nivel.
- Descargas eléctricas de origen directo o indirecto.
- Trabajos con tensión.
- Intentar bajar sin tensión, pero sin cerciorarse de que está interrumpida.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Usar equipos inadecuados o deteriorados.

##### Protecciones colectivas

Mantenimiento periódico de la instalación, con revisión del estado de las mangueras, toma de tierras, enchufes, etc.

##### Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco homologado de seguridad dieléctrica y guantes aislantes. Comprobador de tensión, herramientas manuales con aislamiento. Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas. Taimas, alfombrillas y pértigas aislantes.

Normas de actuación durante los trabajos

Cualquier parte de la instalación se considera bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados a tal efecto.

Los tramos aéreos serán tensados con piezas especiales entre apoyos. Si los conductores no pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán cables fiadores con una resistencia de rotura de 800 Kg. fijando a estos el conductor con abrazaderas.

Los conductores si van por el suelo, no se pisarán ni se colocarán materiales sobre ellos, protegiéndose adecuadamente al atravesar zonas de paso.

En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de zonas de trabajo, almacenes, etc. Los aparatos portátiles estarán convenientemente aislados y serán estancos al agua.

Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales a presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada. No estarán sometidas a tracción mecánica.

Las lámparas de alumbrado estarán a una altura mínima de 2,50 metros del suelo, estando protegidas con cubierta resistente las que se puedan alcanzar con facilidad.

Las mangueras deterioradas se sustituirán de inmediato.

Se señalarán los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos.

Se darán instrucciones sobre medidas a tomar en caso de incendio o accidente eléctrico.

Existirá señalización clara y sencilla, prohibiendo el acceso de personas a los lugares donde estén instalados los equipos eléctricos, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.

### **3.2.2.- INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS**

Contrariamente a lo que se podría creer, los riesgos de incendio son numerosos en razón fundamentalmente de la actividad simultánea de varios oficios y de sus correspondientes materiales (madera de andamios, carpintería de huecos, resinas, materiales con disolventes en su composición, pinturas, etc.). Es pues importante su prevención, máxime cuando se trata de trabajos en una obra como la que nos ocupa.

Tiene carácter temporal, utilizándola la contrata para llevar a buen término el compromiso de hacer una determinada construcción, siendo los medios provisionales de prevención los elementos materiales que usará el personal de obra para atacar el fuego.

Según la UNE-230/0, y de acuerdo con la naturaleza combustible, los fuegos se clasifican en:

- Clase A.

Denominados también secos, el material combustible son materias sólidas inflamables como la madera, el papel, la paja, etc. a excepción de los metales.

La extinción de estos fuegos se consigue por el efecto refrescante del agua o de soluciones que contienen un gran porcentaje de agua.

- Clase B.

Son fuegos de líquidos inflamables y combustibles, sólidos o licuables.

Los materiales combustibles más frecuentes son: alquitrán, gasolina, asfalto, disolventes, resinas, pinturas, barnices, etc.

La extinción de estos fuegos se consigue por aislamiento del combustible del aire ambiente, o por sofocamiento.

- Clase C.

Son fuegos de sustancias que en condiciones normales pasan al estado gaseoso, como metano, butano, acetileno, hidrógeno, propano, gas natural.

Su extinción se consigue suprimiendo la llegada del gas.

- Clase D.

Son aquellos en los que se consumen metales ligeros inflamables y compuestos químicos reactivos, como magnesio, aluminio en polvo, limaduras de titanio, potasio, sodio, litio, etc.

Para controlar y extinguir fuegos de esta clase, es preciso emplear agentes extintores especiales, en general no se usarán ningún agente exterior empleado para combatir fuegos de la clase A, B-C, ya que existe el peligro de aumentar la intensidad del fuego a causa de una reacción química entre alguno de los agentes extintores y el metal que se está quemando.

En nuestro caso, la mayor probabilidad de fuego que puede provocarse es a la clase A y clase B.

#### Riesgos más frecuentes

- Acopio de materiales combustibles.
- Trabajos de soldadura.
- Trabajos de llama abierta.
- Instalaciones provisionales de energía.

#### Protecciones colectivas

Mantener libres de obstáculos las vías de evacuación, especialmente escaleras. Instrucciones precisas al personal de las normas de evacuación en caso de incendio. Existencia de personal entrenado en el manejo de medios de extinción de incendios.

Se dispondrá de los siguientes medios de extinción, basándose en extintores portátiles homologados y convenientemente revisados:

- 1 de CO<sub>2</sub> de 5 Kg. junto al cuadro general de protección.
- 1 de polvo seco ABC de 6 Kg. en la oficina de obra.
- 1 de CO<sub>2</sub> de 5 Kg. en acopio de líquidos inflamables.
- 1 de CO<sub>2</sub> de 5 Kg. en acopio de herramientas, si las hubiera.
- 1 de polvo seco ABC de 6 Kg. en los tajos de soldadura o llama abierta. Normas de actuación durante los trabajos.
- Prohibición de fumar en las proximidades de líquidos inflamables y combustibles.
- No acopiar grandes cantidades de material combustible.
- No colocar fuentes de ignición próximas al acopio de material.
- Revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional.
- Retirar el material combustible de las zonas próximas a los trabajos de soldadura.

### **3.2.3.- INSTALACIÓN DE MAQUINARIA**

Se dotará a todas las máquinas de los oportunos elementos de seguridad.

### **3.2.4.- INSTALACIONES DE BIENESTAR E HIGIENE**

Debido a que instalaciones de esta índole admiten una flexibilidad a todas luces natural, pues es el Jefe de obra quien ubica y proyecta las mismas en función de su programación de obra, se hace necesario, ya que no se diseña marcar las pautas y condiciones que deben reunir, indicando el programa de necesidades y su superficie mínimo en función de los operarios calculados.

### **3.3.- CONDICIONES DE UBICACIÓN**

Debe ser el punto más compatible con las circunstancias producidas por los objetos en sus entradas y salidas de obra.

Debe situarse en una zona intermedia entre los dos espacios más característicos de la obra, que son normalmente el volumen sobre rasante y sótanos, reduciendo por tanto los desplazamientos.

En caso de dificultades producidas por las diferencias de cotas con las posibilidades acometidas al saneamiento, se resolverán instalando bajantes provisionales o bien recurriendo a saneamiento colgado con carácter provisional.

### **3.4.- ORDENANZAS Y DOTACIONES DE RESERVA DE SUPERFICIE RESPECTO AL NÚMERO DE TRABAJADORES**

#### Abastecimiento de agua

Las empresas facilitarán a su personal en los lugares de trabajo agua potable, vestuarios y aseos.

La empresa dispondrá en el centro de trabajo de cuartos de vestuarios y aseos para uso personal. La superficie mínima de los vestuarios será de 2 m<sup>2</sup> por cada trabajador, y tendrá una altura mínima de 2,30 m.

Estarán provistos de asientos y de armarios metálicos o de madera individuales para que los trabajadores puedan cambiarse y dejar además sus efectos personales, estarán provistos de llave, una de las cuales se entregará al trabajador y otra quedará en la oficina para casos de emergencia. Número de taquillas: 1 ud. / trabajador = 2 taquillas Lavabos

El número de grifos será, por la menos, de uno por cada diez usuarios. La empresa los dotará de toallas individuales o secadores de aire caliente, toalleros automáticos o toallas de papel, con recipientes.

Número de grifos: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad Retretes

El número de retretes será de uno por cada 25 usuarios. Estarán equipados completamente y suficientemente ventilados. Las dimensiones mínimas de cabinas serán de 1x 1,20 y 2,30 m de altura.

Número de retretes: 1 ud. / 25 trabajadores = 1 unidad Duchas

El número de duchas será de una por cada 10 trabajadores y serán de agua fría y caliente.

Número de duchas: 1 ud. / 10 trabajadores = 1 unidad

Los suelos, paredes y techos de estas dependencias serán lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

#### Botiquines

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.

## **4.- FASES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

### **4.1.- ESTRUCTURA METÁLICA/ALUMINIO**

#### Fases de ejecución

- Descarga y acopio de material.
- Colocación en la cubierta.

#### Procesos más significativos por orden de ejecución

- Izado de materia a cubierta.
- Replanteo, alineación y fijación de los elementos, sobre la estructura portante de la cubierta.

#### Materiales - Herramientas

- Herramientas manuales.
- Eslingas y sistemas de elevación.

#### Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de trabajadores al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamiento por/entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

#### Normas y medidas preventivas

- El jefe del equipo antes de realizar cualquier maniobra de acopio, descarga o colocación de material, revisará:
- El correcto estado de eslingas y sistemas de enganche.
- La posible presencia de trabajadores en el radio de trabajo.

#### Protecciones Individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.

- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad anticaída.

#### **4.2.- MONTAJE: MODULOS FOTOVOLTAICOS**

##### Fases de ejecución

- Descarga de material.
- Enganche y elevación.
- Apoyo sobre elementos portantes y resistentes de la estructura, como la cabeza de pilares.

##### Procesos más significativos por orden de ejecución

- Elevación de los módulos.
- Desenganche de los módulos.

##### Materiales - Herramientas

- Herramientas manuales.
- Eslingas y sistemas de elevación.

##### Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de trabajadores a diferente nivel.
- Caída de trabajadores al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamiento por/entre objetos.
- Sobreesfuerzos.

##### Normas y medidas preventivas

- El jefe del equipo antes de realizar cualquier maniobra de acopio, descarga o colocación de módulos, revisará:
- El correcto estado de eslingas y sistemas de enganche utilizados.
- La posible presencia de trabajadores en el radio de trabajo.
- Tendrá en cuenta en todo momento el tipo y características de los elementos que debe descargar, y por tanto, el método utilizado y los diámetros de las eslingas.

##### Protecciones Individuales

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad.



- Cinturón de seguridad anticaída.
- Ropa de trabajo ajustada.

#### **4.3.- TRABAJOS EN CUBIERTA**

##### Procedimientos y equipos técnicos a utilizar

Las cubiertas son inclinadas a dos aguas no transitables, con una pendiente del 12

Debido al procedimiento constructivo de la estructura sobre cubierta no será necesario la instalación de andamio perimetral ni plataformas de trabajo ya que el trabajo se realizará por encima de la cubierta ya ejecutada, contándose como protección colectiva la red perimetral de protección contra caídas, además de una línea de vida.

##### Riesgos profesionales

- Caída de materiales.
- Golpes con materiales o herramientas.
- Inclemencias del tiempo.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente).
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
- Otros.

##### Protecciones individuales

- Casco de seguridad obligatorio (preferentemente con barboquejo).
- Calzado de seguridad, clase I.
- Guantes de goma o cuero.
- Cinturón de seguridad.
- Traje intemperie, circunstancialmente.
- Ropa de trabajo.
- Botas de goma.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Cinturón de seguridad.
- Trajes para tiempo lluvioso.

##### Protecciones colectivas y medidas de seguridad

- Colocación de ganchos o anclajes que puedan utilizarse, bien directamente o mediante cables, para atar los cinturones de seguridad.
- El acceso a la cubierta se efectuará mediante plataformas elevadoras, accesos o pasarelas seguras y sólidas.
- En los trabajos en cubiertas, cuya consistencia no soporte el peso de las personas, se trabajará sobre pasarelas o planchadas de tablonos sujetos en puntos de apoyo resistente.
- En todo momento se mantendrá la cubierta que se ejecuta limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos.

- Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.

## ALBAÑILERÍA

### Riesgos profesionales

- Caída de personas.
- Caída de materiales.
- Cortes y golpes en manos.
- Golpes y contusiones.
- Lesiones oculares.
- Afecciones de la piel.
- Polvo.
- Sobre-esfuerzos.

### Protecciones individuales

- Casco de seguridad obligatorio.
- Calzado de seguridad, clase I.
- Guantes de goma o cuero.
- Gafas anti-impactos.
- Mascarillas antipolvo.
- Ropa de trabajo.

### Protecciones colectivas y medidas de seguridad

- Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y con buena iluminación.
- Los huecos, tanto en el plano horizontal como en el vertical, se mantendrán protegidos.
- Los andamios tendrán plataformas de trabajo antideslizantes, fijas y de 60 cm. de anchura, barandilla de 90 cm. y rodapié de 20 cm.
- El acceso a los andamios se hará por escaleras de mano sólidamente sujetas y sin peligro de desplazamiento.
- No trabajar en niveles superpuestos.

## **4.4.- TRABAJO CON GRÚAS**

Para trabajos con grúas, se vigilará con especial atención la zona de emplazamiento de la máquina, estudiando en detalle las condiciones del terreno y las zonas de interferencia.

### Riesgos más comunes

- Aplastamiento físico.
- Cortes.
- Atrapamientos.
- Caídas de la carga.
- Interferencias con otras instalaciones.
- Cortes y golpes por herramientas, materiales o maquinaria.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Sobre – esfuerzos.
- Vuelco de grúas.

#### Protecciones individuales

- Casco.
- Guantes.
- Gafas.
- Mascarillas.
- Botas de seguridad acordes al tipo de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.

#### Protecciones colectivas y medidas de seguridad

- No permanecer en la zona de maniobra.
- Dirigir la maniobra una sola persona.
- Buena organización de los trabajos.
- Buena iluminación.
- Señalización y carteles de aviso.
- Célula de carga en grúas.
- Buena ventilación.
- Disponer de extintores.

Para maniobras de equipos de gran peso, el Contratista elaborará y someterá a aprobación de la Dirección de Obra, un estudio detallado de la misma, indicando los siguientes puntos básicos:

- Peso del equipo a manejar y grúa o grúas previstas a utilizar.
- Radios de giro y posibles interferencias.
- Persona responsable de la maniobra y horario de ejecución.
- Certificado de estribos y grilletes, indicando las pruebas a que fueron sometidos, y resistencia de los mismos a las cargas indicadas.
- Estado de revisión de la maquinaria a utilizar.

### **4.5.- TRABAJOS EN ALTURA**

#### Riesgos profesionales más comunes

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.

#### Normas y medidas preventivas tipo

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Se deberá de proteger en particular:
  - Las aberturas de los suelos.
  - Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones suponga un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares.
  - Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 centímetros de altura. Los lados cerrados tendrán unos pasamanos, a una altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.
- Los huecos y aberturas para la elevación del material y, en general, todos aquellos practicados en los pisos de las obras en construcción que por su especial situación resulten peligrosos serán convenientemente protegidos mediante barandillas sólidas a 90 centímetros de altura.
- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- En caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes se vallará o se señalizará toda la zona afectada y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

- Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debida seguridad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.
- Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.
- Las escaleras que pongan en comunicación los distintos pisos de la obra en construcción deberán cada una salvar sólo la altura entre cada dos pisos inmediatos; podrán ser de fábrica, metálicas o de madera, siempre que reúnan condiciones suficientes de resistencia, amplitud y seguridad.
- Se tendrá un especial cuidado en no cargar la cubierta con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.
- En los trabajos sobre cubiertas y tejados se emplearán los medios adecuados para que los mismos se realicen sin peligro, tales como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes, escaleras u otros análogos.
- Cuando se trate de cubiertas y tejados construidos con materiales resbaladizos o de poca resistencia, que presenten marcada inclinación o que las condiciones atmosféricas resulten desfavorables, se extremarán las medidas de seguridad, sujetándose los operarios con cinturones de seguridad, que irán unidos convenientemente a puntos fijados sólidamente.
- Los trabajadores que operen en el montaje de estructuras metálicas sobre elementos de la obra que por su elevada situación o por cualquier otra circunstancia, ofrezcan peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos convenientemente a puntos sólidamente fijados.

#### Protecciones individuales

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada en acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción, o bien anticaídas o bien con arnés.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

#### **4.6.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

##### Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas.
- Electrocuciiones.
- Heridas en las manos.

##### Protecciones colectivas

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas.

- Previamente a la iniciación de los trabajos, se establecerán puntos fijos para el enganche de los cinturones de seguridad.
- Siempre que sea posible se instalará una plataforma de trabajo protegida con barandilla y rodapié.

#### Protecciones personales

- Será obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad y calzado antideslizante.
- En pruebas con tensión, calzado y guantes aislantes.
- Cuando se manejen cables se usarán guantes de cuero.
- Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

#### Escaleras

- Las escaleras a usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura; si son de mano tendrán dispositivos antideslizantes y se fijarán a puntos sólidos de la edificación y sobrepasarán en 0,70 m., como mínimo el desnivel a salvar. En ambos casos su anchura mínima será de 0,50 m.

#### Medios auxiliares

- Los taladros y demás equipos portátiles alimentados por electricidad, tendrán doble aislamiento. Las pistolas fija-clavos, se utilizarán siempre con su protección.

#### Pruebas

- Las pruebas con tensión se harán después de que el encargado haya revisado la instalación, comprobando no queden a terceros, uniones o empalmes sin el debido aislamiento.

#### Normas de actuación durante los trabajos

- Si existieran líneas cercanas al tajo, si es posible, se dejarán sin servicio mientras se trabaja; y si esto no fuera posible, se apantarán correctamente o se recubrirán con macarrones aislantes.
- En régimen de lluvia, nieve o hielo, se suspenderá el trabajo.

### **5.- OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus 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 R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## **6.- COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

La designación de los coordinadores 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:

- 1.- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- 2.- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de la 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 R.D. 1627/1997.
- 3.- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- 4.- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5.- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- 6.- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La D.F. asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

## **7.- 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 trabajo 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, este 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 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; por lo que el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los antedichos, así como de la Dirección Facultativa.

## **8.- OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratista están obligados a:

1.- 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:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de accesos, y la determinación de vías, zonas de desplazamientos y circulación.
- Manipulación de distintos materiales y utilización de medios auxiliares.
- Mantenimiento, 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.
- Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2.- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.- 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 R.D. 1627/1997.

4.- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud.

5.- 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 de seguridad y salud, y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente, o en su caso, a los trabajadores 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 del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

## **9.- OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES**

Los trabajadores autónomos están obligados a:



1.- 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:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- Cooperación entre todos los intervinientes en la obra "-Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2.- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.

3.- 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 actuación coordinada que se hubiera establecido.

4.- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5.- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.

6.- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.

7.- 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.

## **10.- 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 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. 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 estará obligado a remitir en el plazo de 24 h. 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.

## **11.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el coordinador durante la ejecución de las obras, observase el 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 trabajos, 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 por la paralización a los representantes de los trabajadores.

## **12.- 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 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.

## **13.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del R.D. 1627/1997, 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.

Descrito y justificado el presente estudio de seguridad y salud, objeto del estudio y de conformidad con las disposiciones que regulan la materia, se da por concluida, elevándola a la consideración de los órganos competentes para su aprobación y legalización, quedando a su disposición para cuantas aclaraciones se estimen oportunas.

## **CAPÍTULO 6. “GESTIÓN DE RESIDUOS”**

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- CONDICIONES GENERALES.....	1
2.- IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD.....	1
2.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR .....	1
2.2.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR .....	2
3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	3
4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	4
4.1.- MEDIDAS DE SEGREGACIÓN “IN SITU” .....	4
4.2.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN .....	5
4.3.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN “IN SITU” DE LOS RESIDUOS GENERADOS.....	5
4.4.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE ELIMINACIÓN .....	6
4.5.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS .....	7
5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	7
6.- PLANO DE LAS INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN U OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN.....	8
7.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	9
7.1.- PARA EL PRODUCTOR DE RESIDUOS. (ARTÍCULO 4 RD 105/2008).....	9
7.2.- PARA EL POSEEDOR DE LOS RESIDUOS EN LA OBRA. (ARTÍCULO 5 RD 105/2008) 9	
7.3.- CON CARÁCTER GENERAL.....	11
7.4.- CON CARÁCTER PARTICULAR.....	11
8.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE RCDS.....	13

## 1.- INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el RD 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, se redacta el presente Anejo, conforme a lo dispuesto en el artículo 4, con el siguiente contenido:

1. Identificación de los residuos y estimación de la cantidad de los mismos.
2. Medidas para la prevención de residuos.
3. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados.
4. Medidas para la separación de los residuos en obra.
5. Planos de las instalaciones para el almacenamiento, manejo, separación u otras operaciones de gestión.
6. Pliego de prescripciones técnicas particulares.
7. Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs.

### 1.1.- CONDICIONES GENERALES

La redacción del presente documento de Gestión de Residuos respecto al proyecto “Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante” se ha basado en los pliegos de condiciones redactado por la empresa SOL FOTOVOLTAICA ELECTRICIDAD, S.L., donde el técnico redactor del presente proyecto trabaja desde diciembre de 2022.

## 2.- IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD

### 2.1.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

La Identificación de los residuos a generar, se realizará codificándolos con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

De acuerdo con ella tendremos:

**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.

Para la obra objeto de este proyecto no se generarán residuos del tipo **RCDs de Nivel I.**

**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

## Título del Trabajo Fin de Máster

Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

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

No se incluirán los materiales que no superen 1 m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos, de manera que no requieran un tratamiento especial.

Con esta última consideración, se estima que la producción de los residuos del tipo RCDs de Nivel II para este proyecto será nula.

### 2.2.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR

La estimación de residuos de la obra se realizará en función de la categorías indicadas anteriormente, y expresadas en Toneladas (Tn) y Metros Cúbicos (m<sup>3</sup>) tal y como establece el RD 105/2008.

En ausencia de datos más contrastados se manejan parámetros estimativos estadísticos del 5% del Volumen de material utilizado, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 2,00 Tn/m<sup>3</sup>.

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

Peso residuos pertenecientes a elementos de embalaje de módulos	
Tipo de residuo	P.P. (Kg/Ud)
Plástico	0,00
Papel y cartón	0,50
Madera	0,50
Total	50,00

Con el dato estimado de RCDs por volumen de construcción, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología del residuo.

Material s/Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad (t/m <sup>3</sup> )	Proporción (t/Ud)	Peso residuo (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
RCDs Nivel III					
20 residuos municipales (Residuos asimilables de los comercios, industrias)					
Papel y cartón	20 01 01	0,15	0,0025	0,15	1,00

### **3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS**

Para la prevención de residuos se establecen las siguientes pautas, las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, aportando la información dentro del Plan de Gestión de Residuos, que él estime conveniente en la Obra para alcanzar los siguientes objetivos:

#### **1 Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan y de los residuos que se originan son aspectos prioritarios en las obras.**

Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución.

También es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

#### **2 Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.**

Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

#### **3 Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valoración y gestión en el vertedero.**

La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

#### **4 Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.**

No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

#### **5 Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.**

Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición. Es necesario que las obras vayan planificándose con estos objetivos, porque la evolución nos conduce hacia un futuro con menos vertederos, cada vez más caros y alejados.

**6 Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.**

La información sobre las empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.

**7 El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios.**

El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.

**8 La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión.**

El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra, carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparán el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra; por otra parte, la puesta en obra de esos materiales dará lugar a nuevos residuos. Además, hay que considerar la pérdida de los beneficios que se podían haber alcanzado si se hubiera recuperado el valor potencial de los residuos al ser utilizados como materiales reciclados.

**9 Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.**

Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos.

**10 Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente.**

Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaz de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

**4.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS.**

**4.1.- MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU"**

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:



Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
 Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

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

Dadas las características de la obra no se será necesario la incorporación de sacos industriales ni contenedores a obra para el acopio de residuos.

#### 4.2.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN

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

	OPERACIÓN PREVISTA	DESTINO INICIAL
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado	
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	
	Reutilización de materiales cerámicos	
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

#### 4.3.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS

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

	OPERACIÓN PREVISTA
	No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado
	R1 Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	R2 Recuperación o regeneración de disolventes

Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
 Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

	R3 Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes
	R4 Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos
	R5 Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	R6 Regeneración de ácidos y bases
	R7 Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación
	R8 Recuperación de componentes procedentes de catalizadores
	R9 Regeneración u otro nuevo empleo de aceites
	R10 Tratamiento de suelos produciendo un beneficio a la agricultura o una mejora ecológica de los mismos
	R11 Utilización de residuos obtenidos a partir de cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R10
	R12 Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R11
	R13 Acumulación de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R12 (con exclusión del almacenamiento temporal previo a la recogida en el lugar de la producción).
	Otros (indicar)

#### 4.4.- PREVISIÓN DE OPERACIONES DE ELIMINACIÓN

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

	OPERACIÓN PREVISTA	DESTINO INICIAL
	D1 Depósito sobre el suelo o en su interior	
	D2 Tratamiento en medio terrestre	
	D3 Inyección en profundidad	
	D4 Embalse superficial	
	D5 Vertido en lugares especialmente diseñados	
	D6 Vertido en el medio acuático, salvo en el mar	
	D7 Vertido en el mar, incluida la inserción en el lecho marino	
	D8 Tratamiento biológico no especificado en otro apartado del presente anejo y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante alguno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12	

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

	D9 Tratamiento fisicoquímico no especificado en otro apartado del presente anejo y que dé como resultado compuestos o mezclas que se eliminen mediante uno de los procedimientos enumerados entre D1 y D12	
	D10 Incineración en tierra	
	D11 Incineración en el mar	
	D12 Depósito permanente	
	D13 Combinación o mezcla previa a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D12	
	D14 Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D13	
	D15 Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D14.	

#### 4.5.- DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS

A continuación, se establece el destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "in situ" (indicando características y cantidad de cada tipo de residuos).

Las empresas de Gestión y tratamiento de residuos estarán en todo caso autorizadas por la Comunidad Valenciana para la gestión de residuos no peligrosos.

Se indican a continuación las características y cantidad de cada tipo de residuos.

Terminología:

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

#### 5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deben ser almacenados en los mismos contenedores, ya que de esta forma se aprovecha mejor el espacio y se facilita su posterior valorización.

En caso de residuos peligrosos: Deben separarse y guardarse en un contenedor seguro o en una zona reservada, que permanezca cerrada cuando no se utilice y debidamente protegida de la lluvia.

Se ha de impedir que un eventual vertido de estos materiales llegue al suelo, ya que de otro modo causaría su contaminación. Por lo tanto, será necesaria una impermeabilización del mismo mediante la construcción de soleras de hormigón o zonas asfaltadas. Los recipientes en los que se guarden deben estar etiquetados con claridad y cerrar perfectamente, para evitar derrames o pérdidas por evaporación. Los recipientes en sí mismos también merecen un manejo y

evacuación especiales: se deben proteger del calor excesivo o del fuego, ya que contienen productos fácilmente inflamables.

Podemos considerar que la gestión interna de los residuos de la obra, cuando se aplican criterios de clasificación, cuesta, aproximadamente, 2,7 horas persona/m<sup>3</sup>.

Conforme a lo establecido en el artículo 5 del R.D. 105/2008, no se prevé generar los valores mínimos necesarios para que se requiera la separación en fracciones de los RCDs.

## **6.- PLANO DE LAS INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN U OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN**

Aunque apenas haya lugar donde colocar los contenedores, el poseedor de los residuos deberá encontrar en la obra un lugar apropiado en el que almacenar los residuos. Si para ello dispone de un espacio amplio con un acceso fácil para máquinas y vehículos, conseguirá que la recogida sea más sencilla. En el proyecto objeto de este estudio se prevé un volumen de residuos de 0 m<sup>3</sup>, en caso de ser almacenado en un contenedor, este estará situado dentro de un recinto vallado.

Si, por el contrario, no se acondiciona esa zona, habrá que mover los residuos de un lado a otro hasta depositarlos en el camión que los recoja.

Además, es peligroso tener montones de residuos dispersos por toda la obra, porque fácilmente son causa de accidentes. Así pues, deberá asegurarse un adecuado almacenaje y evitar movimientos innecesarios, que entorpecen la marcha de la obra y no facilitan la gestión eficaz de los residuos. En definitiva, hay que poner todos los medios para almacenarlos correctamente, y, además, sacarlos de la obra tan rápidamente como sea posible, porque el almacenaje en un solar abarrotado constituye un grave problema.

Es importante que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes; de este modo facilitamos su posterior reciclaje. Asimismo, hay que prever un número suficiente de contenedores -en especial cuando la obra genera residuos constantemente- y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositarlos.

En el presente proyecto, la ejecución de las unidades de obra generadoras de residuos lleva incluida el transporte y retirada de los mismos. El hecho anterior conlleva a que el almacenamiento temporal de residuos, en el supuesto de ser necesario, se realizaría sobre el camión que posteriormente procede a su transporte hacia vertedero autorizado.

En cualquier caso, por lo general siempre serán necesarios, como mínimo, los siguientes elementos de almacenamiento:

- Una zona específica para almacenamiento de materiales reutilizables.
- Un contenedor para residuos pétreos.
- Un contenedor y/o un compactador para residuos banales.
- Uno o varios contenedores para materiales contaminados.

## **7.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **7.1.- PARA EL PRODUCTOR DE RESIDUOS. (ARTÍCULO 4 RD 105/2008)**

- a. Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un “estudio de gestión de residuos”, el cual ha de contener como mínimo:
  - Estimación de los residuos que se van a generar.
  - Las medidas para la prevención de estos residuos.
  - Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
  - Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc...
  - Pliego de Condiciones
  - Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.
- b. En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
- c. Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.
- d. Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

### **7.2.- PARA EL POSEEDOR DE LOS RESIDUOS EN LA OBRA. (ARTÍCULO 5 RD 105/2008)**

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- a. Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.
- b. Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- c. Mientras se encuentren los residuos en su poder, se deben mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.

Ya en su momento, la Ley 10/1998 de 21 de Abril, de Residuos, en su artículo 14, mencionaba la posibilidad de eximir de la exigencia a determinadas actividades que pudieran realizar esta

valorización o de la eliminación de estos residuos no peligrosos en los centros de producción, siempre que las Comunidades Autónomas dictaran normas generales sobre cada tipo de actividad, en las que se fijen los tipos y cantidades de residuos y las condiciones en las que la actividad puede quedar dispensada.

Si él no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que él lo ha realizado en lugar del Poseedor de los residuos.

- d.** Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- e.** En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.
- f.** Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- g.** Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- h.** Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- i.** Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- j.** Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- k.** Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- l.** Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- m.** Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.
- n.** Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas. Para el personal de obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- o.** Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- p.** Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- q.** Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- r.** Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.
- s.** Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.

- t. No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- u. Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
- v. Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- w. Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.
- x. Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

### 7.3.- CON CARÁCTER GENERAL

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

#### Gestión de residuos de construcción

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores. La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones pertinentes a la normativa Europea y Estatal.

#### Certificación de los medios empleados

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

#### Limpieza de las obras

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

### 7.4.- CON CARÁCTER PARTICULAR

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

	Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligroso, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes
--	---

Título del Trabajo Fin de Máster

Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

	<p>Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...).</p> <p>Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.</p>
	<p>El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m<sup>3</sup>, contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.</p>
	<p>El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</p>
	<p>Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de toso su perímetro.</p>
	<p>En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos, creado en el art. 43 de la Ley 5/2003 de 20 de marzo de Residuos de la CAM.</p> <p>Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.</p>
	<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la mismo. Los contadores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.</p>
	<p>En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.</p>
	<p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente</p> <p>Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.</p>
X	<p>La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales</p> <p>Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.</p>



Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

	<p>Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.</p> <p>En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.</p>
	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
<b>X</b>	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en cabellones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

### 8.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE RCDS

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

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTOS DE LOS RCDS				
Tipología RCDS	Estimación (m³)	Precio gestión en planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m3)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
Gestión de residuos metales, restos de cables, residuos municipales, vidrio y separación de residuos en obra.				
Almacenamiento y gestión de residuos metálicos, vidrio, y mezcla de residuos urbanos, por gestor final autorizado por la comunidad valenciana para su recuperación, reutilización o reciclado. Incluyendo contenedor de almacén y transporte, así como separación manual de residuos en obra por fracciones (vidrio, plástico, cartón, etc). Según la orden MAM 304/2002 por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos.	1	150.00	150.00	0.60%
				0.60%

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vista hermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

---

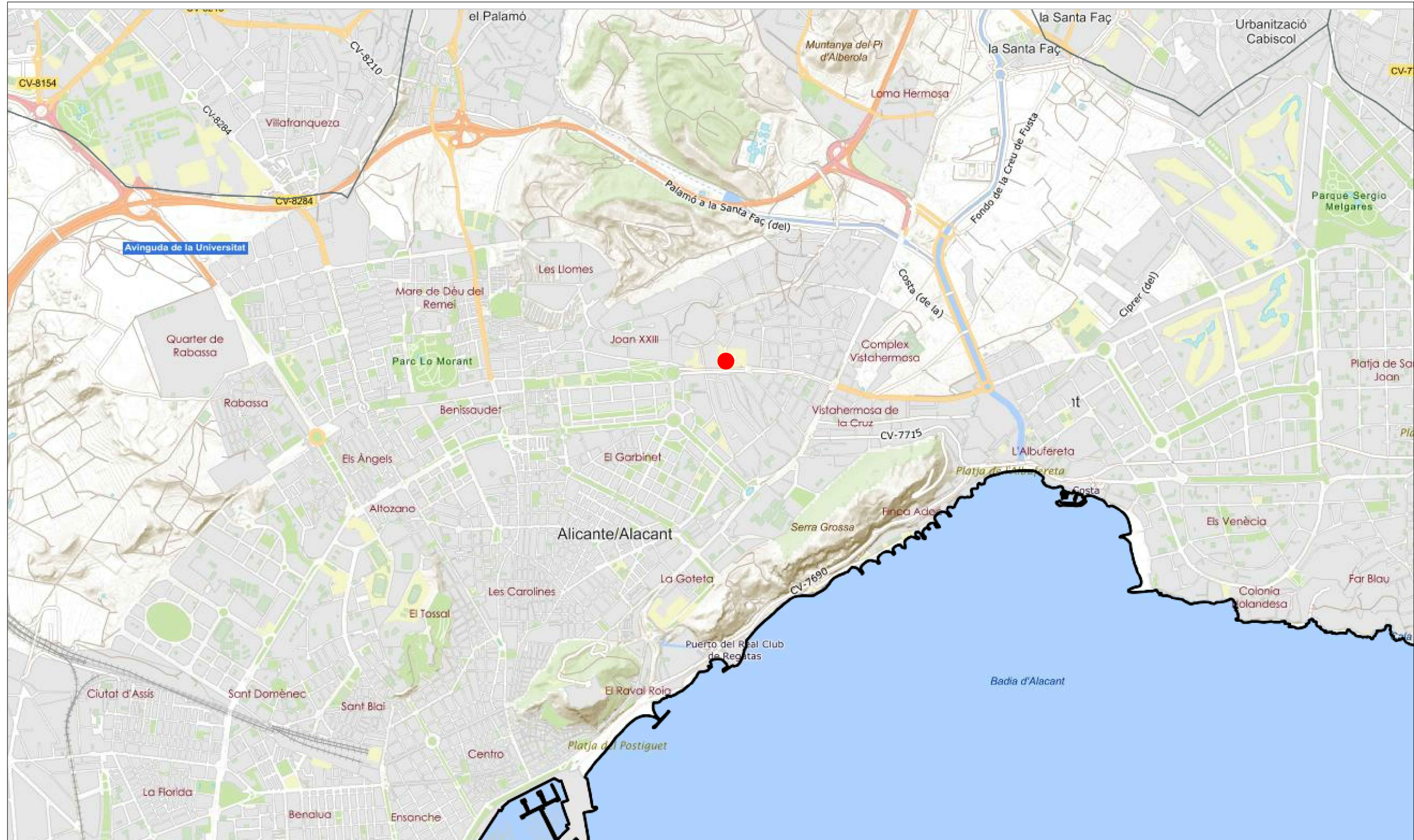
RESTO DE COSTES DE GESTIÓN		
1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I y II	0.00 €	0.00 %
2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel III	150.00 €	0.60 %
3.- % Presupuesto de la obra por costes de gestión, alquileres, etc ...	300.00 €	1.20 %
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN RCDs	450.00 €	1.80%

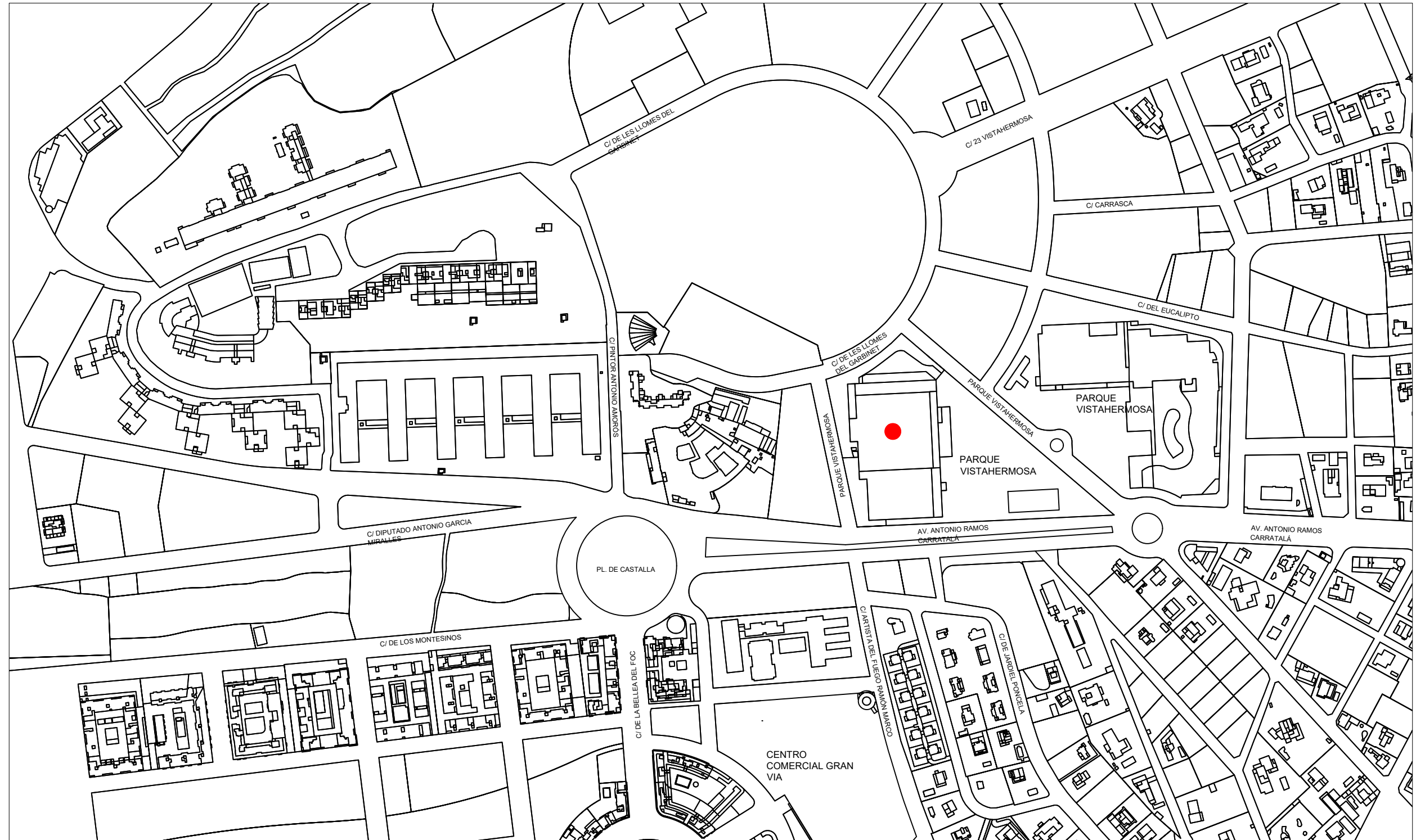
Los gastos derivados de la gestión de residuos se consideran repercutidos en los distintos precios de las unidades de presupuestos.

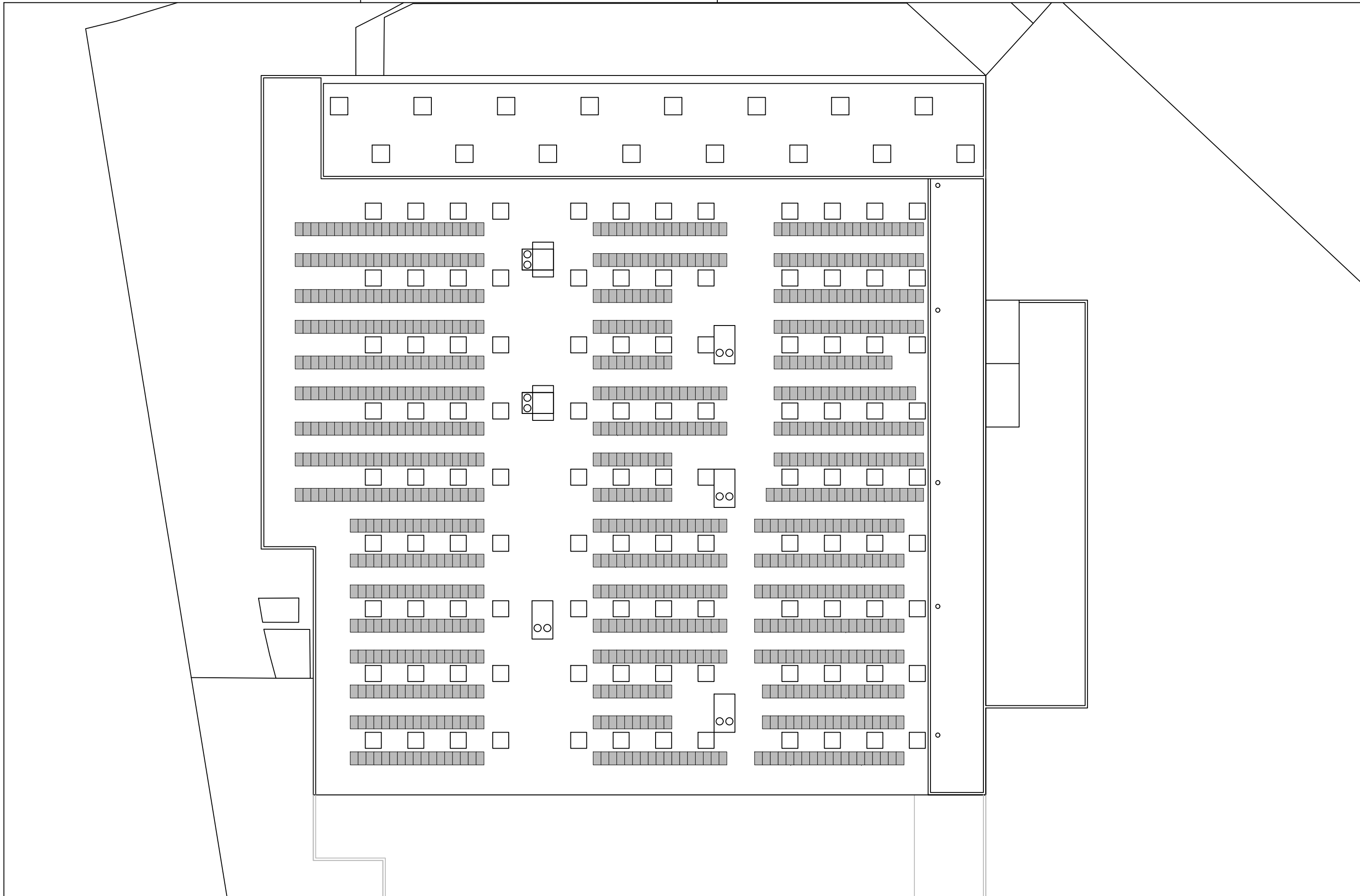
## **CAPÍTULO 7. PLANOS**

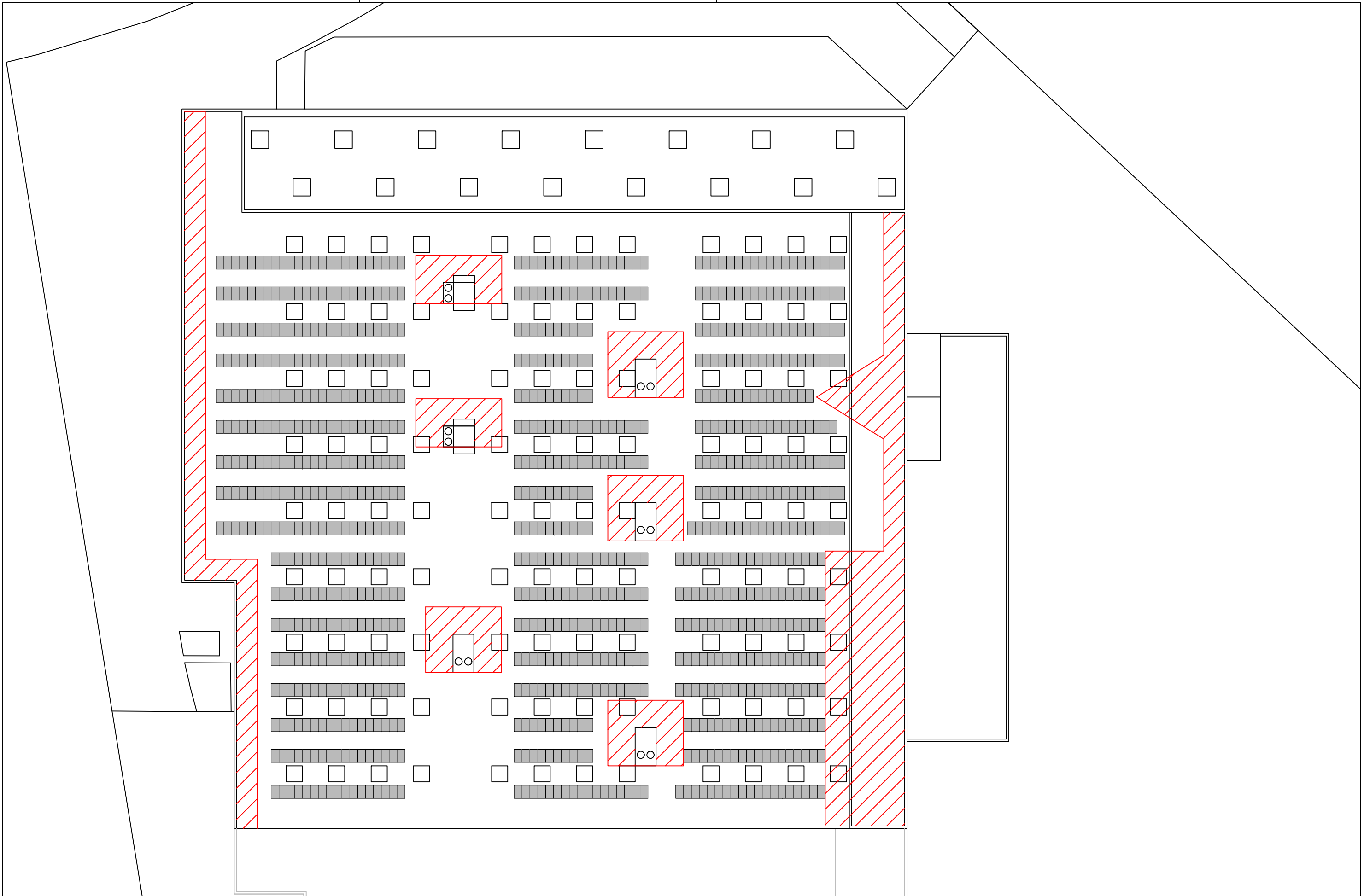
## ÍNDICE

1.	SITUACION.....	1
2.	EMPLAZAMIENTO.....	2
3.	PLANTA.....	3
4.	SOMBRAS.....	4
5.	COTAS.....	5
5.1.	COTAS. DETALLE COTAS 1.....	6
5.2.	COTAS. DETALLE COTAS 2.....	7
5.3.	COTAS. DETALLE COTAS 3.....	8
5.4.	COTAS. DETALLE COTAS 4.....	9
6.	LINEAS.....	10
7.	SECCION.....	11
7.1.	SECCIÓN. DETALLE SECCION 1.....	12
7.2.	SECCIÓN. DETALLE SECCION 2.....	13
8.	DETALLE ESTRUCTURA MODULOS FOTOVOLTAICOS.....	14
9.	ALZADO.....	15
10	ESQUEMA UNIFILAR.....	16

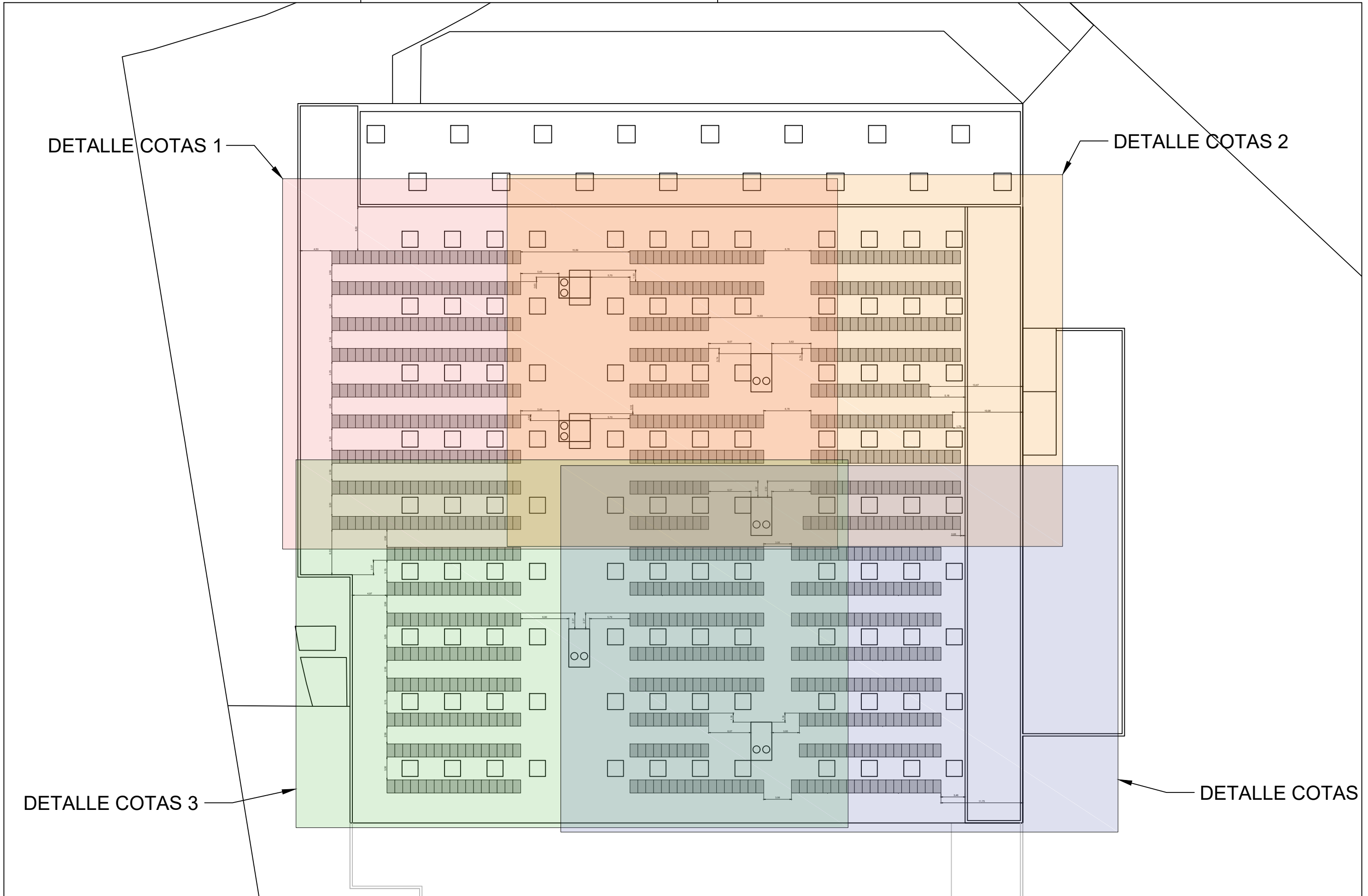


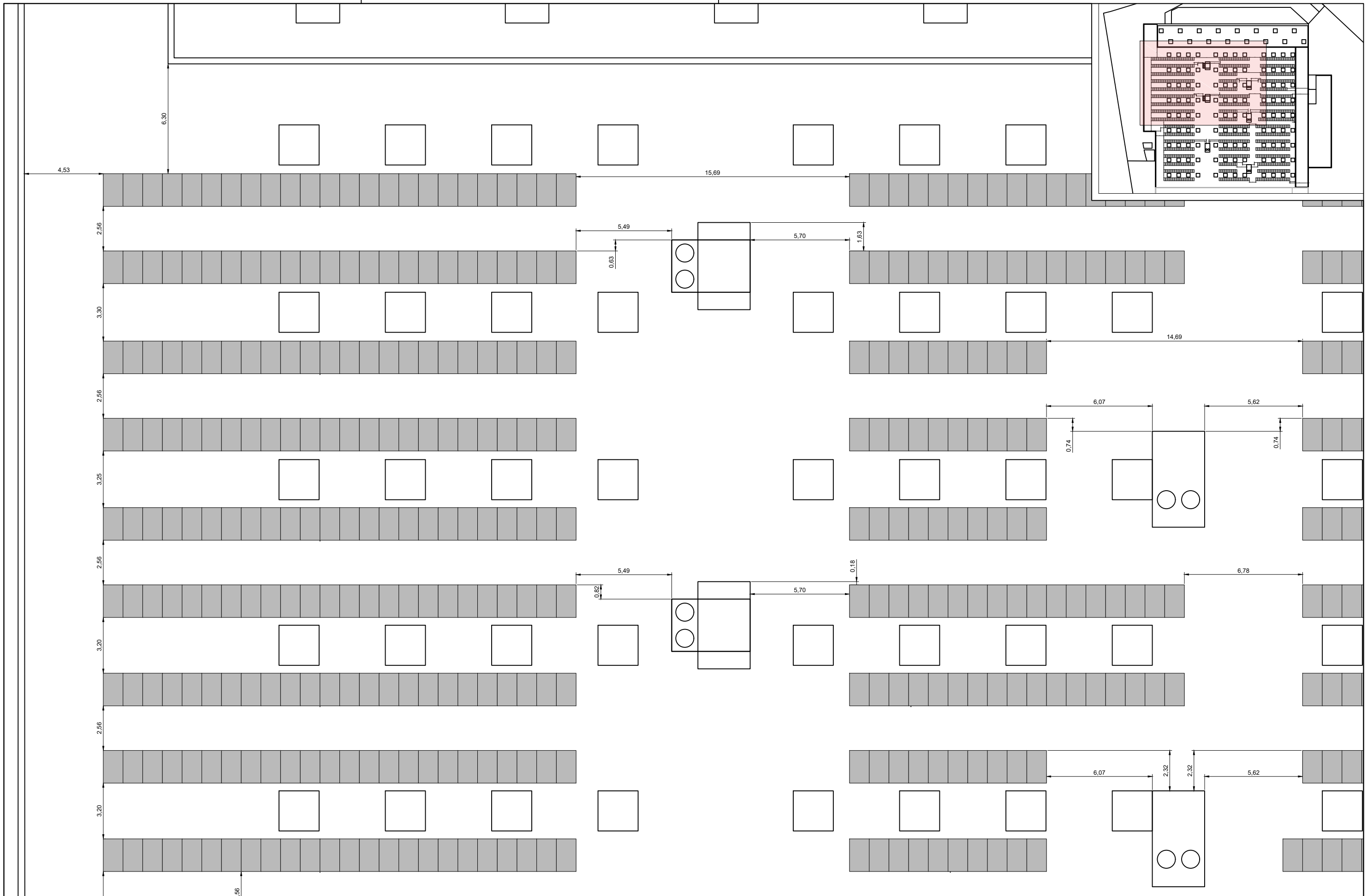












TRABAJO FINAL DE MASTER EN MASTER UNIVERSITARIO EN  
TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Proyecto: Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica  
de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vista hermosa, Av. de Antonio Ramos  
Carratalá, s/n, Alicante

Plano: Cotas. Detalle cotas 1

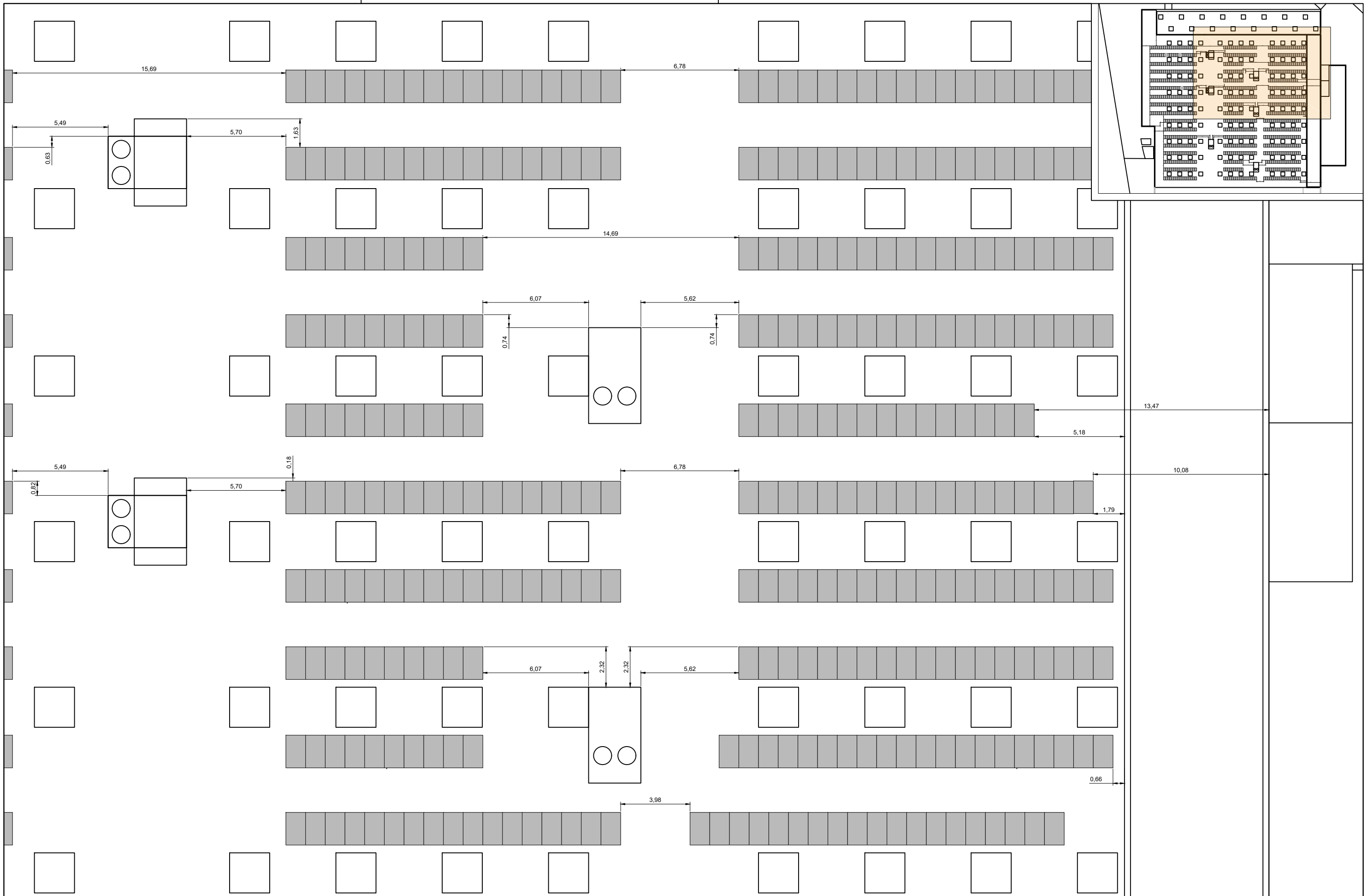
Autor: Francisco Barceló Martínez

Fecha: Julio 2023

Escala: 1:200

Nº Plano:

5.1



TRABAJO FINAL DE MASTER EN MASTER UNIVERSITARIO EN  
TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Proyecto: Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica  
de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos  
Carratalá, s/n, Alicante

Plano: Cotas. Detalle cotas 2

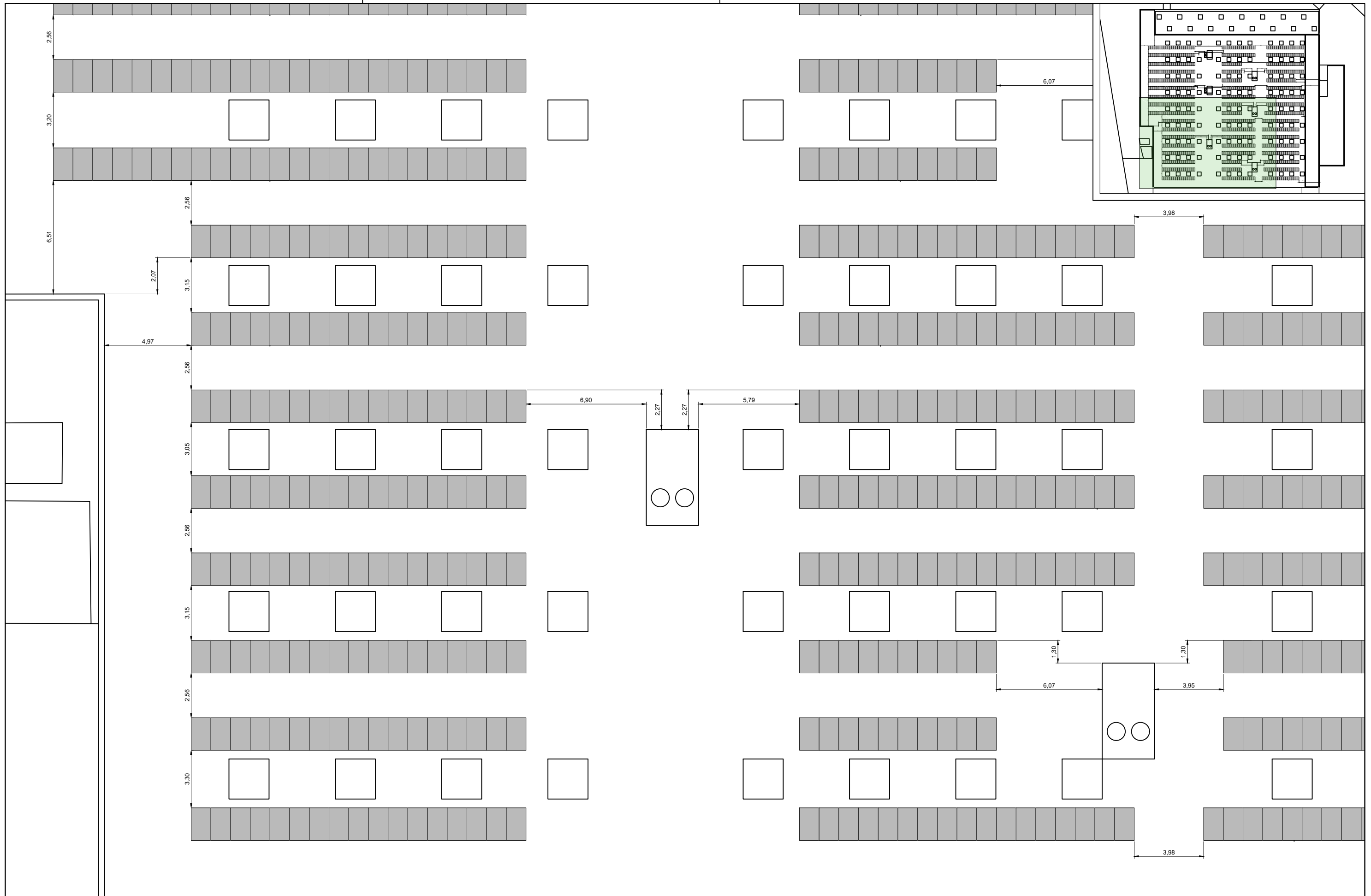
Autor: Francisco Barceló Martínez

Fecha: Julio 2023

Escala: 1:200

Nº Plano:

5.2



TRABAJO FINAL DE MASTER EN MASTER UNIVERSITARIO EN  
TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Proyecto: Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica  
de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos  
Carratalá, s/n, Alicante

Plano: Cotas. Detalle cotas 3

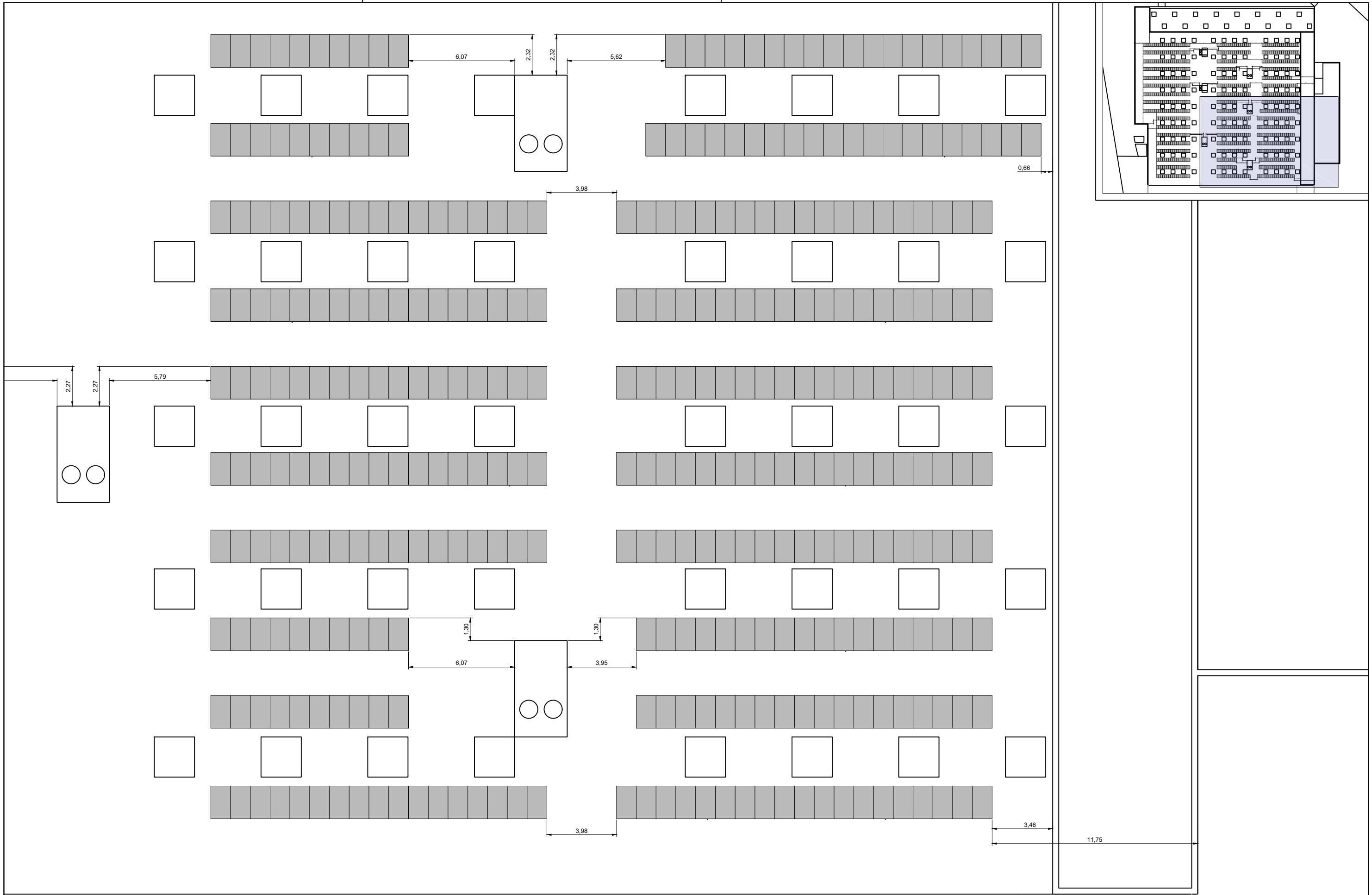
Autor: Francisco Barceló Martínez

Fecha: Julio 2023

Escala: 1:200

Nº Plano:

5.3



TRABAJO FINAL DE MASTER EN MASTER UNIVERSITARIO EN  
TECNOLOGÍA ENERGÉTICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Proyecto: Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica  
de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos  
Carratalá, s/n, Alicante

Plano: Cotas. Detalle cotas 4

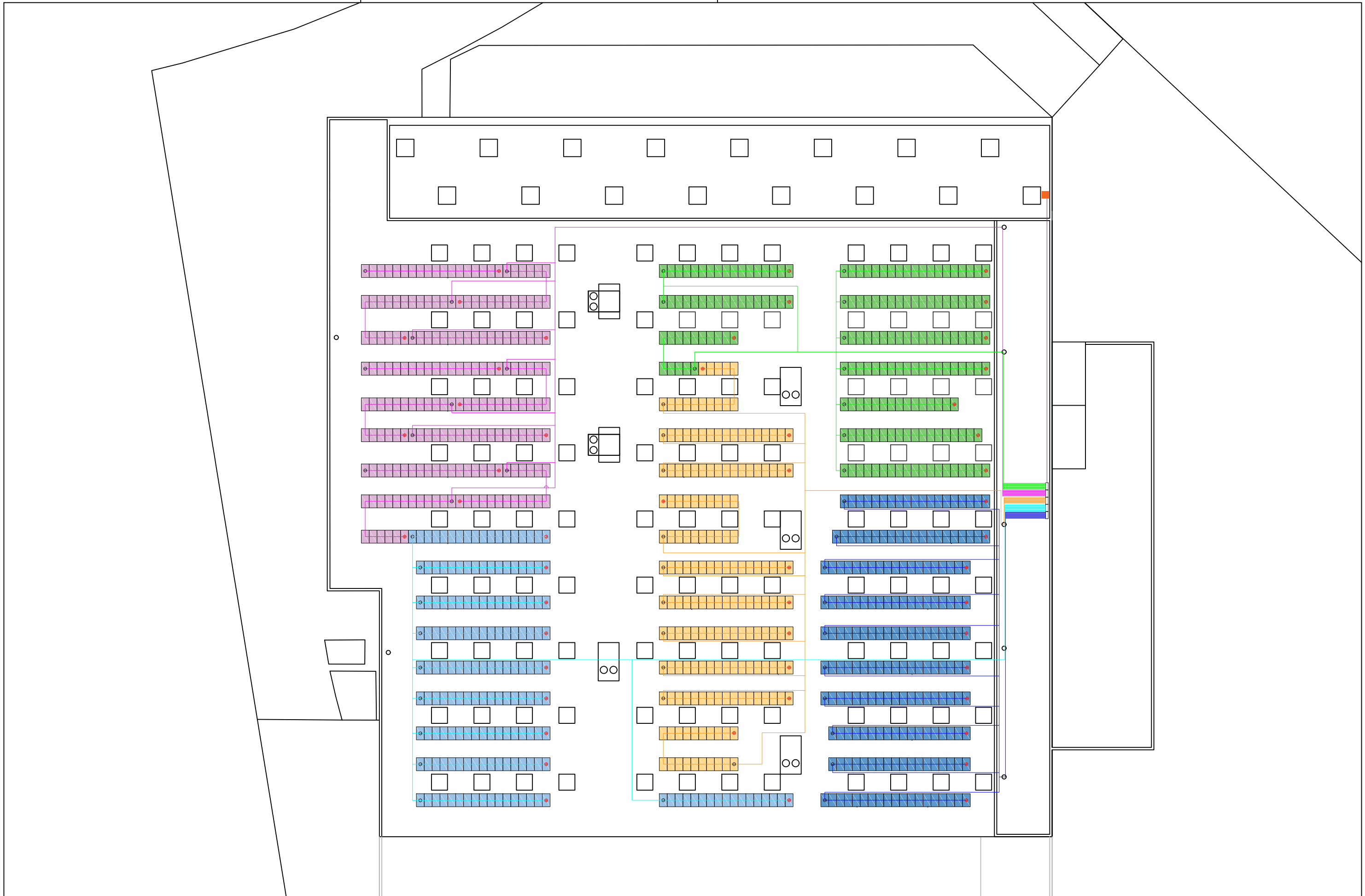
Autor: Francisco Barceló Martínez

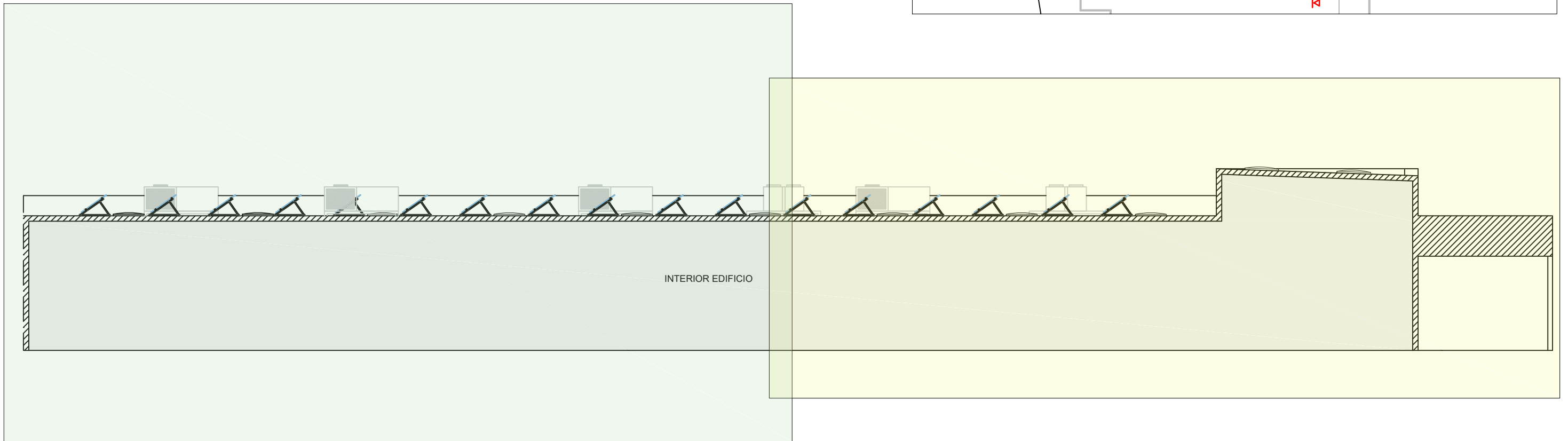
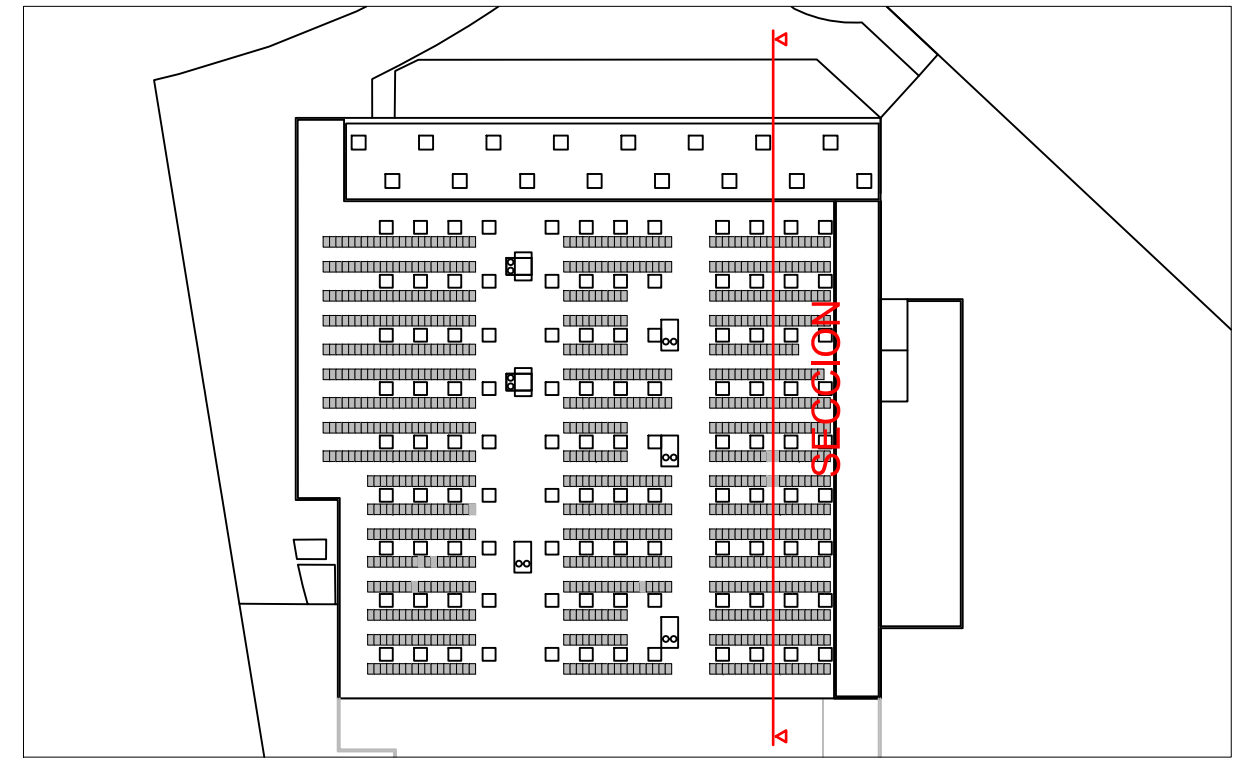
Fecha: Julio 2023

Escala: 1:200

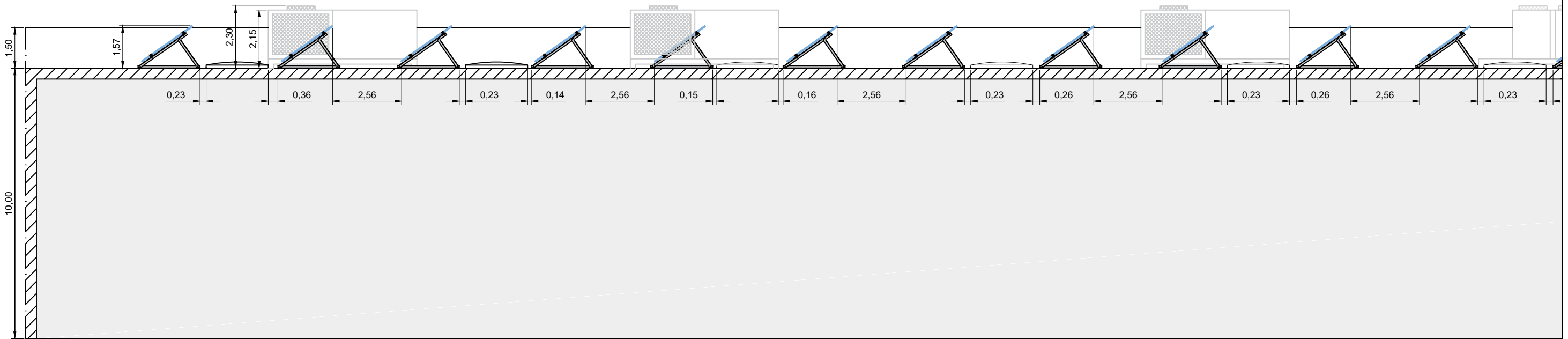
Nº Plano:

5.4

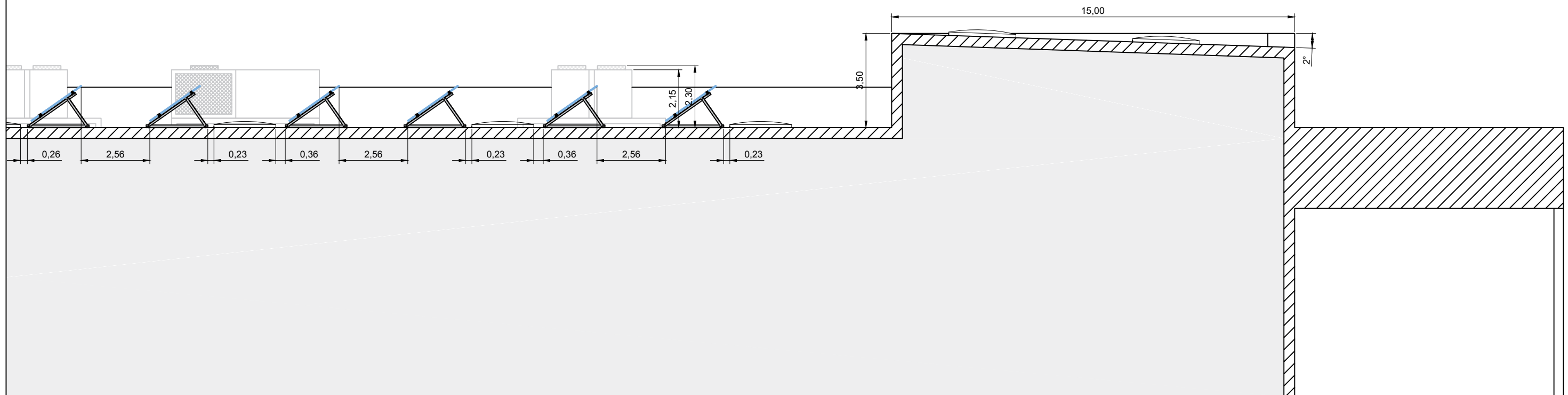


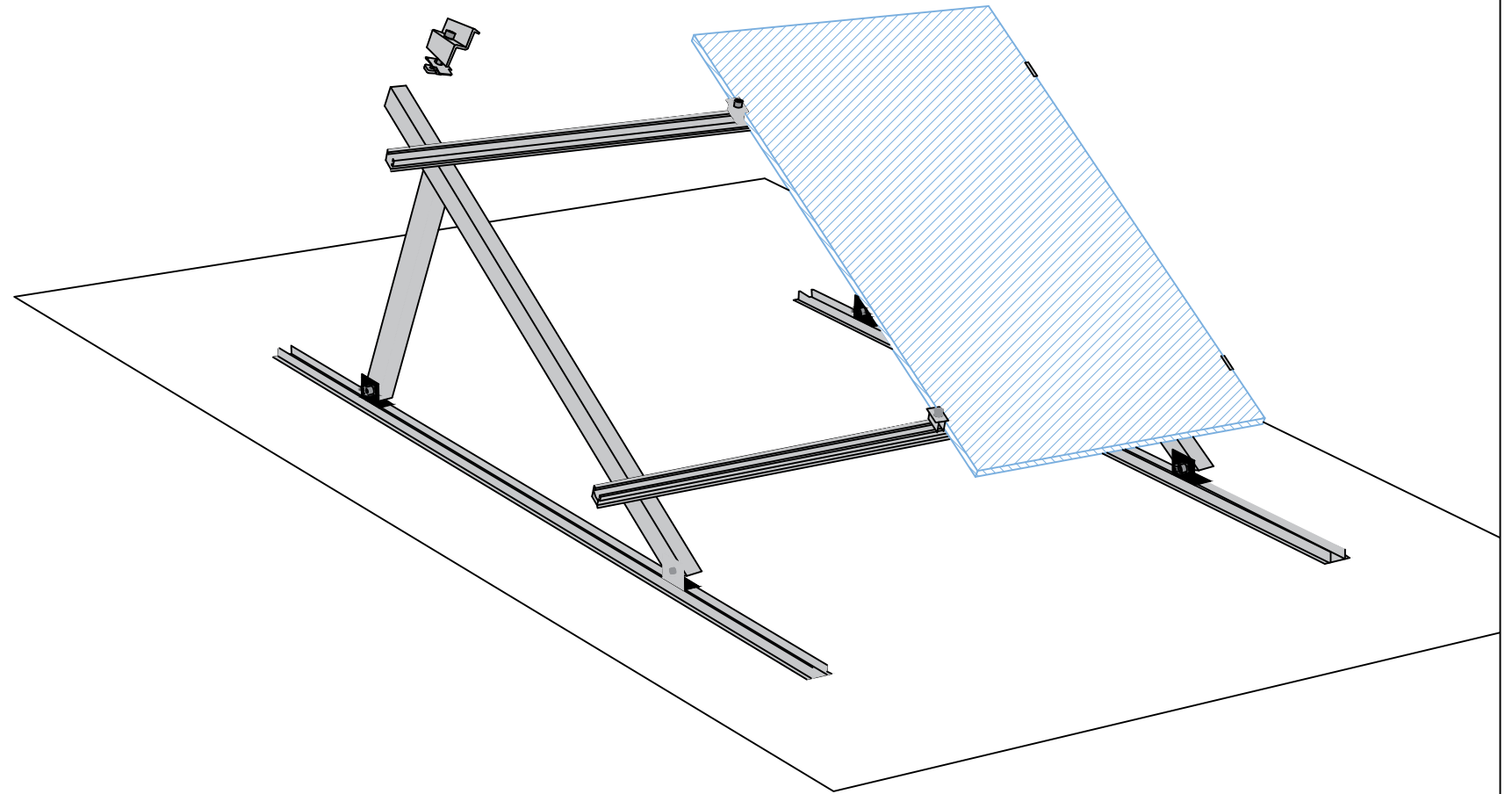
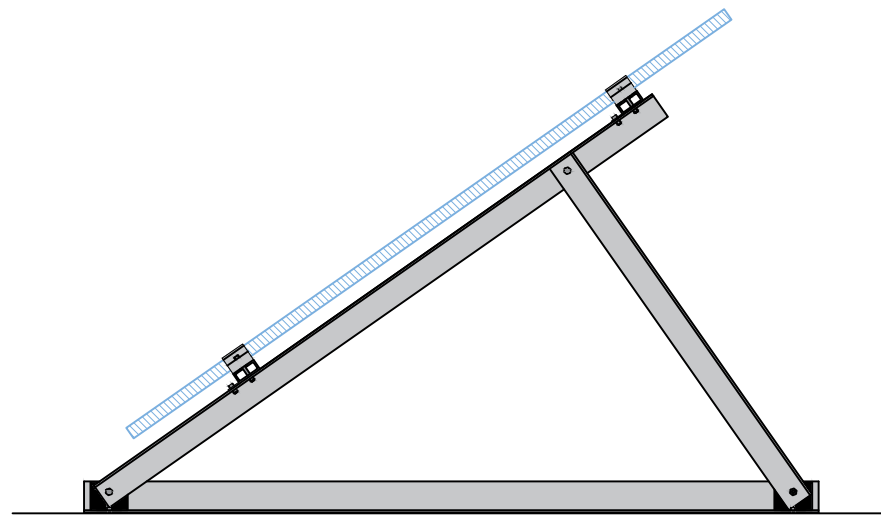


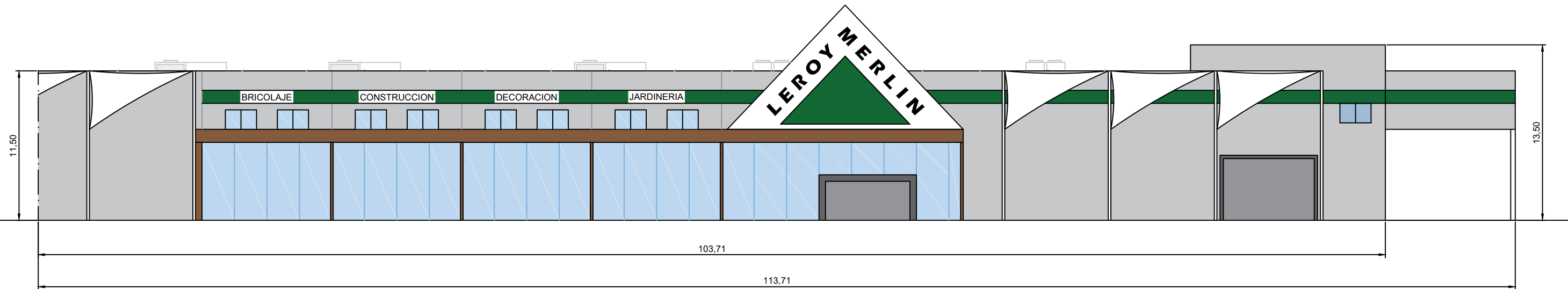
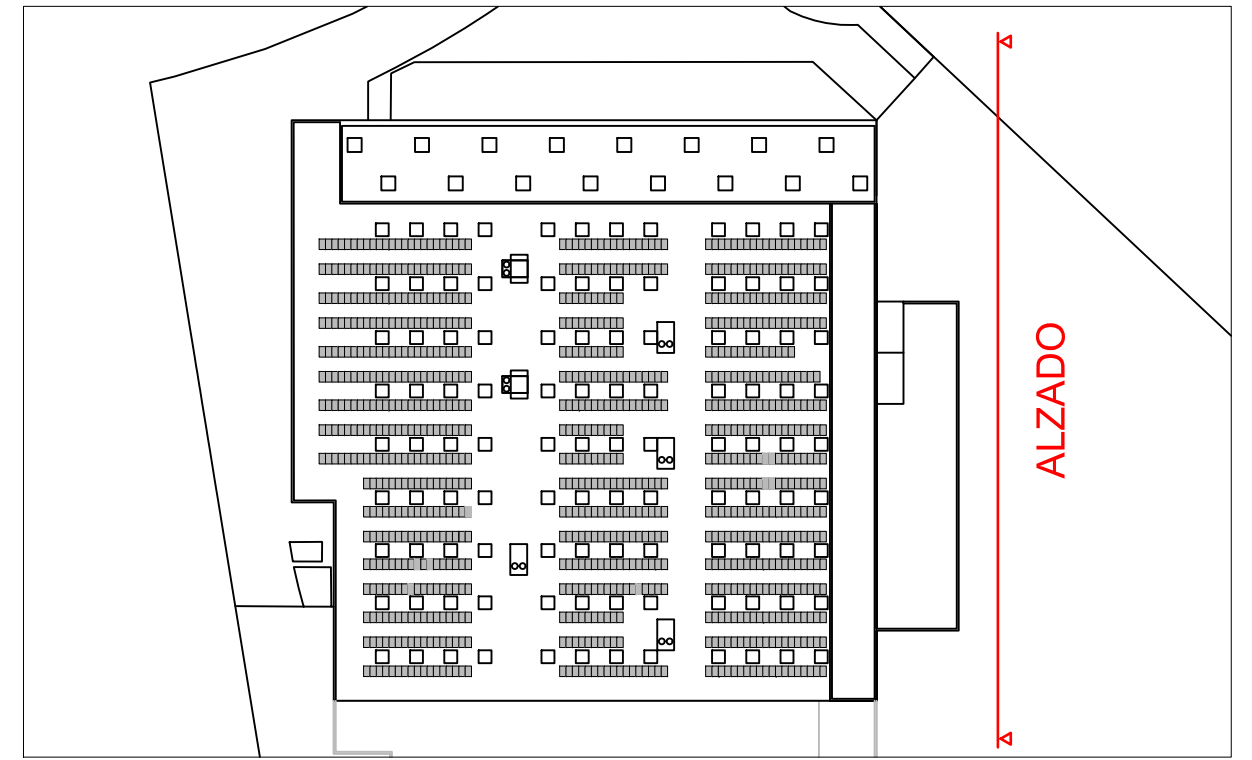
INTERIOR EDIFICIO

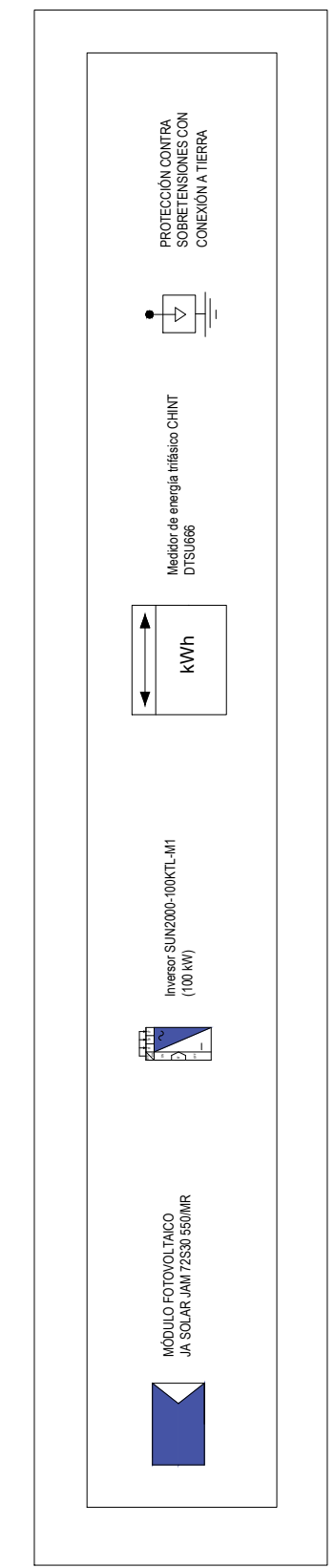
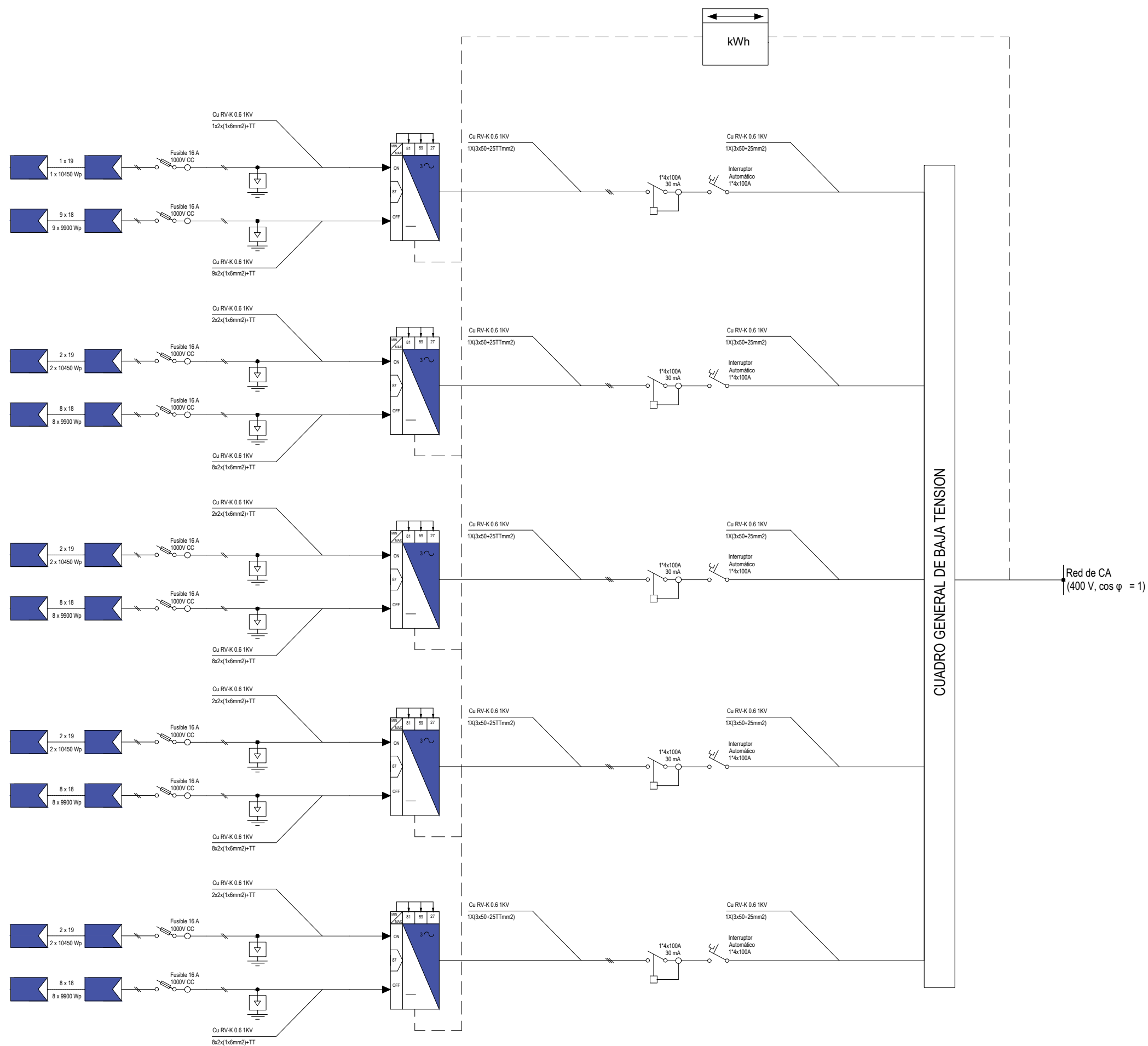












## **ANEXOS**

## **ANEXO 1. "ALTERNATIVAS"**

## ÍNDICE

1.- ESTRUCTURA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	1
1.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.....	1
1.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	2
1.3. CONCLUSIÓN.....	3
2. CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS PANELES.....	3
2.1. DISPOSICIÓN HORIZONTAL E INCLINACIÓN DE 25º.....	5
2.2. DISPOSICIÓN HORIZONTAL E INCLINACIÓN DE 35º.....	5
2.3. DISPOSICIÓN VERTICAL E INCLINACIÓN DE 35º.....	6
2.4. CONCLUSIÓN.....	7
3. UBICACIÓN DE LOS INVERSORES .....	7
3.1. UBICACIÓN 1 .....	8
3.2. UBICACIÓN 2 .....	10
3.3. CONCLUSIÓN.....	12

## 1. ESTRUCTURA MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La primera alternativa que se ha tenido en cuenta en la redacción del proyecto ha sido la utilización de estructuras de hormigón o estructuras metálicas. Por ello, se han valorado las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, descritas a continuación

### 1.1. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Para valorar la utilización o no de estructuras de hormigón se han tenido en cuenta sus ventajas e inconvenientes. Las cuales se describen a continuación:

#### VENTAJAS

1. Durabilidad y resistencia: El hormigón es un material altamente duradero y resistente a condiciones climáticas adversas, como viento, lluvia, nieve y altas temperaturas. Esto asegura que la estructura pueda soportar las condiciones cambiantes durante largos períodos de tiempo.
2. Estabilidad: El hormigón proporciona una base sólida y estable para los módulos fotovoltaicos, lo que reduce el riesgo de vibraciones o movimientos que podrían dañar los paneles.
3. Bajo mantenimiento: Las estructuras de hormigón requieren menos mantenimiento en comparación con otros materiales. No es necesario preocuparse por la corrosión, la oxidación o el deterioro que afectan a algunos materiales metálicos.
4. Aislamiento acústico: El hormigón tiene propiedades de aislamiento acústico, lo que puede ser beneficioso en áreas urbanas donde se busca reducir el ruido.

#### INCONVENIENTES

1. Costo inicial: La construcción de estructuras de hormigón suele ser más costosa en comparación con otras opciones, como estructuras metálicas. Implica gastos en mano de obra, materiales y equipo especializado.
2. Peso: El hormigón es un material pesado, lo que puede requerir cimientos y estructuras de soporte más robustos. Esto puede aumentar el costo y la complejidad de la instalación.
3. Dificultad para ajustes: Una vez que se construye la estructura de hormigón, hacer ajustes o cambios en la configuración puede ser más complicado y costoso que con materiales más flexibles.
4. Impacto ambiental: La producción de cemento, el principal componente del hormigón conlleva una alta emisión de gases de efecto invernadero. Esto puede tener un impacto negativo en la sostenibilidad y la huella de carbono del proyecto.



5. Menor versatilidad: Las estructuras de hormigón pueden ser menos versátiles en términos de diseño y adaptación a diferentes terrenos o condiciones específicas.

## 1.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS

### VENTAJAS

1. Peso ligero: Las estructuras metálicas suelen ser más ligeras que las de hormigón, lo que simplifica la instalación.
2. Costo inicial: Las estructuras metálicas tienden a ser más económicas en términos de materiales y mano de obra en comparación con las estructuras de hormigón.
3. Facilidad de instalación: Debido a su peso y diseño modular, las estructuras metálicas son más fáciles de transportar y montar en el lugar. Esto puede ahorrar tiempo y costos de instalación.
4. Flexibilidad de diseño: El acero y otros metales utilizados en las estructuras metálicas son altamente adaptables a diferentes formas y configuraciones, lo que permite diseños más personalizados.
5. Menor consumo de energía en fabricación: La producción de estructuras metálicas suele requerir menos energía en comparación con la fabricación de cemento para estructuras de hormigón.
6. Reciclabilidad: Los materiales metálicos son reciclables, lo que contribuye a la sostenibilidad y a la reducción del impacto ambiental.

### INCONVENIENTES

1. Corrosión: Los metales pueden corroerse con el tiempo, especialmente en ambientes húmedos o salinos. Se requieren tratamientos de protección, como galvanización, para evitar este problema.
2. Menor durabilidad en algunos casos: Aunque los metales son resistentes, en comparación con el hormigón, pueden ser menos duraderos en ciertas condiciones climáticas extremas.
3. Mantenimiento periódico: A medida que los metales se corroen, es posible que se necesite un mantenimiento regular para aplicar capas protectoras y evitar la degradación.
4. Conductividad térmica: Los metales son buenos conductores térmicos, lo que podría aumentar la transferencia de calor entre la estructura metálica y los paneles fotovoltaicos, lo que podría afectar el rendimiento en ciertos climas.
5. Riesgo de interferencia electromagnética: Dependiendo de la configuración y el diseño, las estructuras metálicas podrían potencialmente causar interferencia electromagnética en los sistemas fotovoltaicos si no se tienen en cuenta adecuadamente.

### 1.3. CONCLUSIÓN


Debido a la valoración respecto a los costes, requerimientos de instalación, versatilidad e impacto ambiental, es por lo que se ha optado por la utilización de estructuras inclinadas metálicas.

## 2. CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS PANELES

Para lograr el máximo aprovechamiento energético de la superficie de la cubierta, se han estudiado distintas disposiciones, cuyas variables eran la colocación horizontal o vertical del panel, y su ángulo de inclinación.

En un primer momento se ha conocido mediante la herramienta PVGIS, cual era la inclinación óptima para la ubicación de la cubierta. La cual se ha establecido en **35º**.

#### Resumen



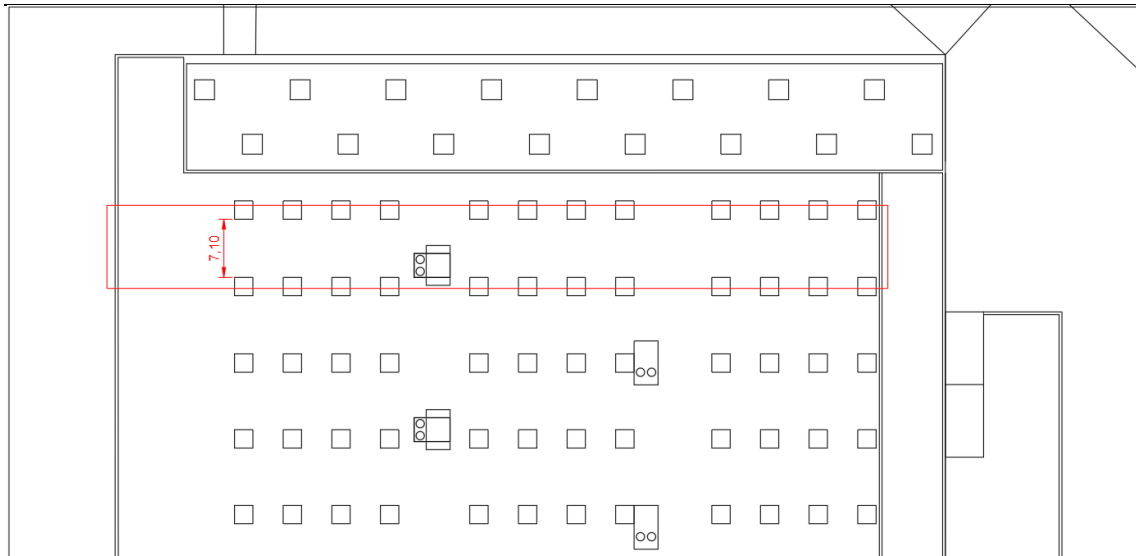
Datos proporcionados:	
Localización [Lat/Lon]:	38.370,-0.468
Horizonte:	Calculado
Base de datos:	PVGIS-SARAH2
Tecnología FV:	Silicio cristalino
FV instalada [kWp]:	500
Pérdidas sistema [%]:	14

Resultados de la simulación:	
Ángulo de inclinación [°]:	35 (opt)
Ángulo de azimut [°]:	-3
Producción anual FV [kWh]:	821195.97
Irradiación anual [kWh/m <sup>2</sup> ]:	2112.32
Variación interanual [kWh]:	18823.45
Cambios en la producción debido a:	
Ángulo de incidencia [%]:	-2.57
Efectos espectrales [%]:	NaN
Temperatura y baja irradiancia [%]:	-7.2
Pérdidas totales [%]:	-22.25

La superficie acotada anteriormente mencionada es la siguiente.

Título del Trabajo Fin de Máster  
 Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
 Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante



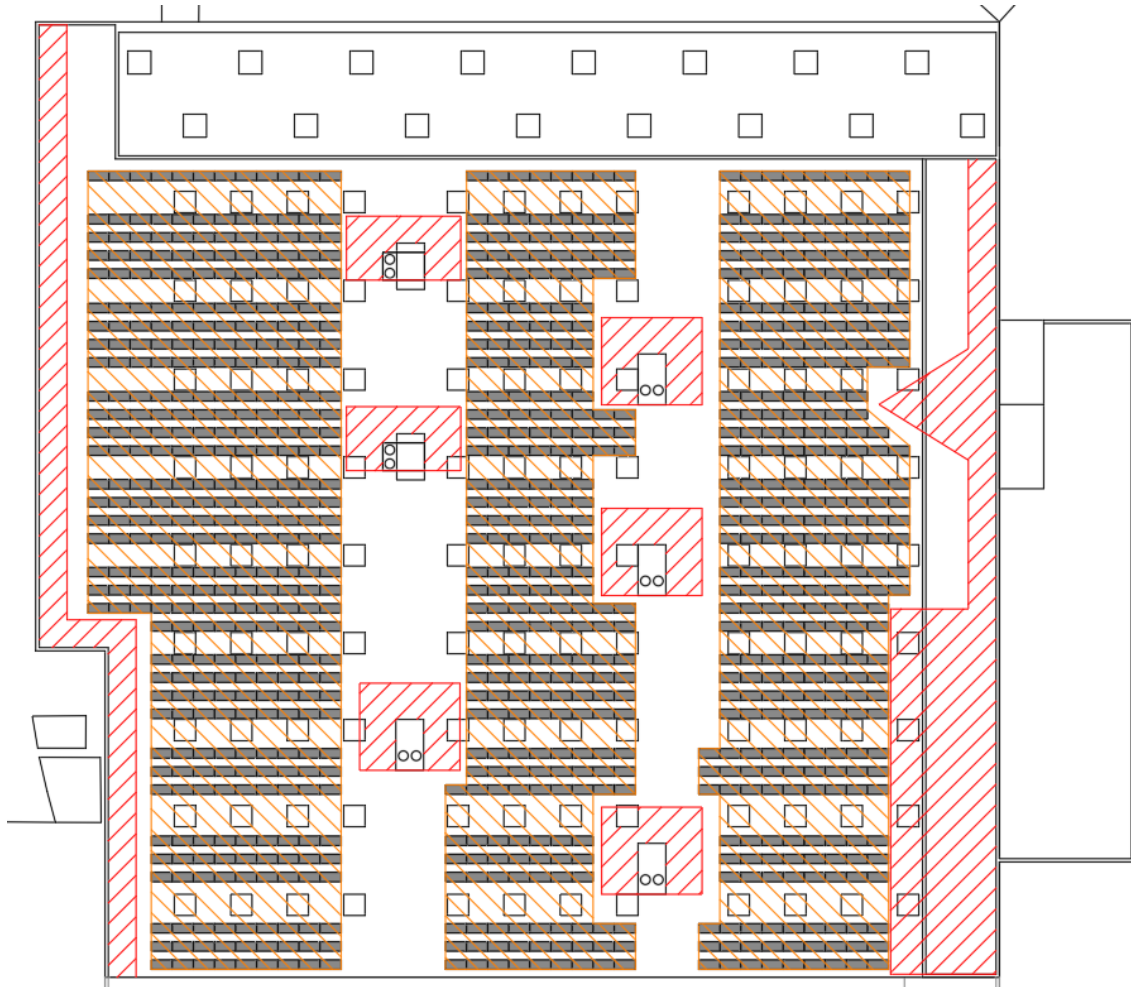
Y los resultados han sido los siguientes:

Disposición	Inclinación (°)	Numero de filas entre claraboyas	Distancia necesaria (m)
Horizontal	10	4	5.61
	15	4	6.07
	20	4	6.52
	25	4	6.9
	30	3	5.16
	35	3	5.31
	40	3	5.45
	45	3	5.52
Vertical	10	2	5.27
	15	2	5.56
	20	2	5.81
	25	2	6.02
	30	2	6.18
	35	2	6.3
	40	2	6.37
	45	2	6.38

- Horizontal 25°
- Horizontal 35°
- Vertical 35°

### 2.1. DISPOSICIÓN HORIZONTAL E INCLINACIÓN DE 25°

Teniendo en cuenta las sombras propias del edificio, esta sería la disposición más ordenada para esta alternativa:

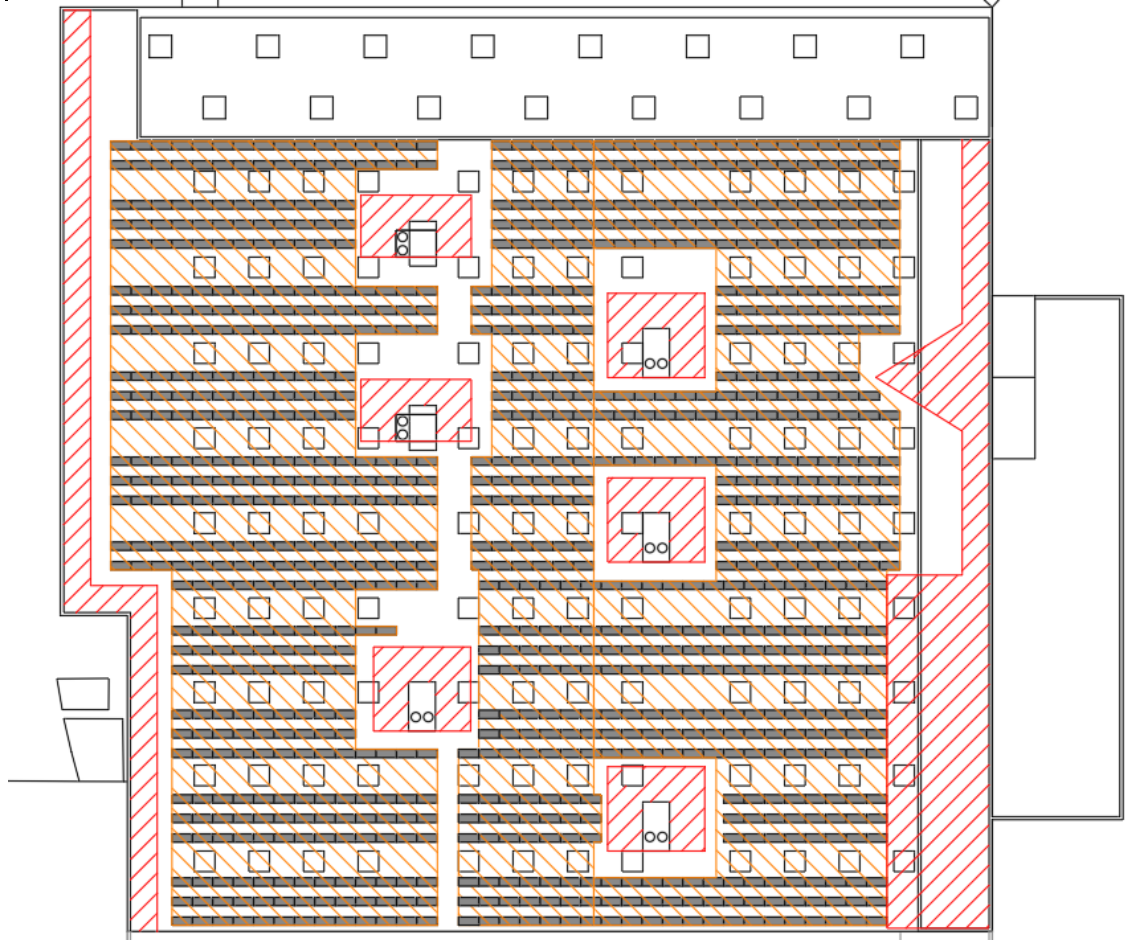


En la que 909 módulos fotovoltaicos ocuparían una superficie de **5.186,76 m<sup>2</sup>**.

### 2.2. DISPOSICIÓN HORIZONTAL E INCLINACIÓN DE 35°

Teniendo en cuenta las sombras propias del edificio, esta sería la disposición más ordenada para esta alternativa:

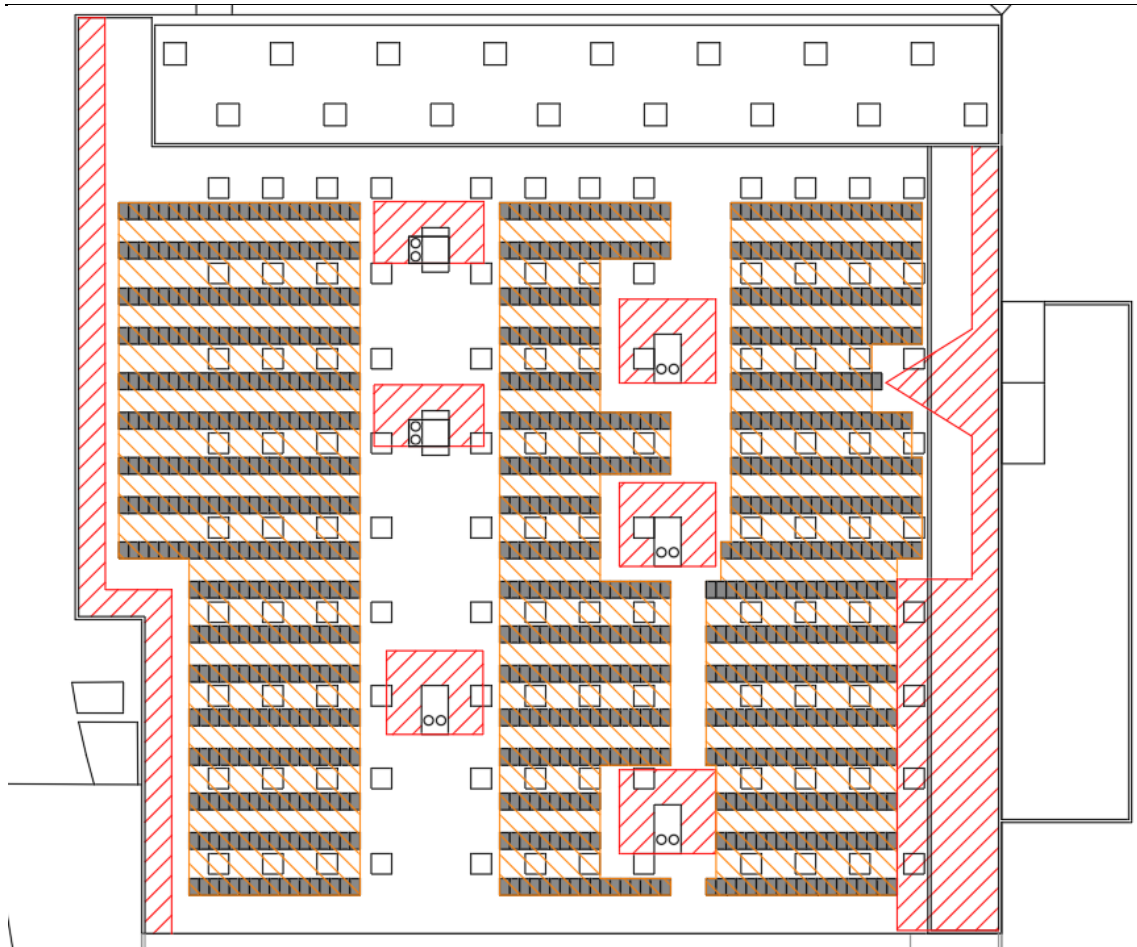
Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante



En la que 909 módulos fotovoltaicos ocuparían una superficie de **5.999,18 m<sup>2</sup>**.

### 2.3. DISPOSICIÓN VERTICAL E INCLINACIÓN DE 35°

Teniendo en cuenta las sombras propias del edificio, esta sería la disposición más ordenada para esta alternativa:



En la que 909 módulos fotovoltaicos ocuparían una superficie de **4.581,60 m<sup>2</sup>**.

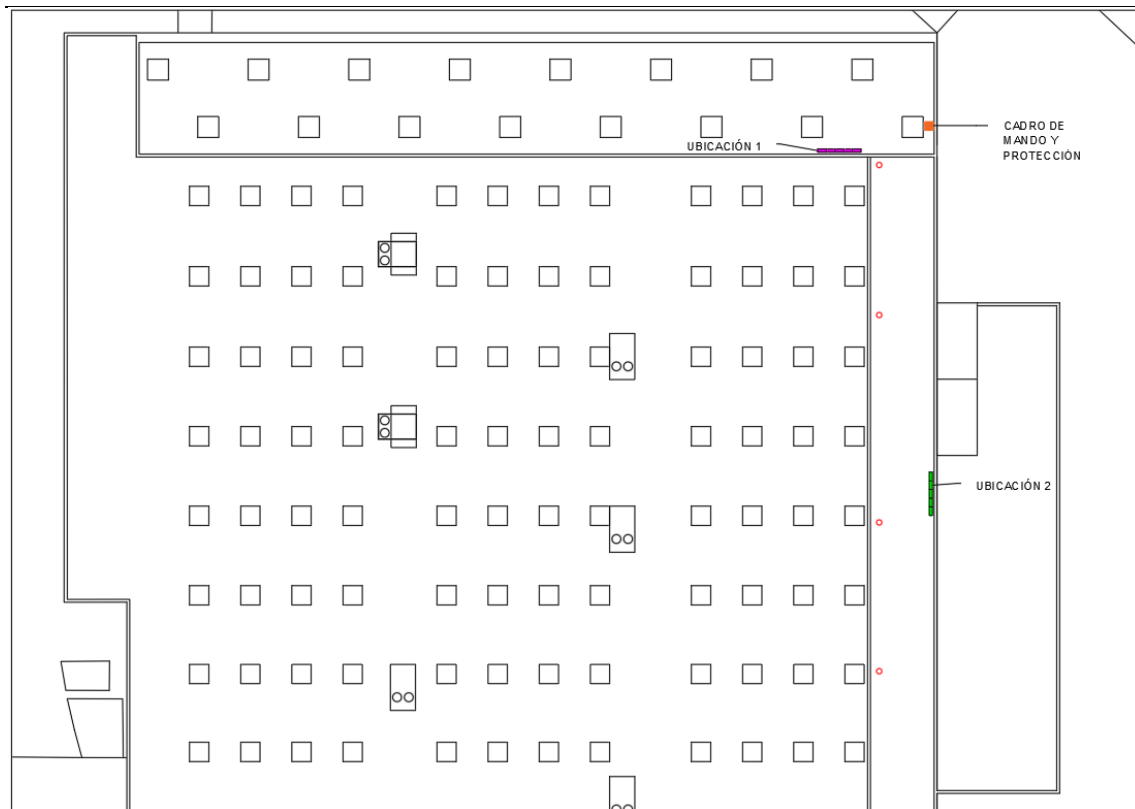
## 2.4. CONCLUSIÓN

Finalmente, en términos de energía y coste, no había gran diferencia en la alternativa Horizontal 35 y vertical 35, ya que con ambas se podían instalar los 500 kW de potencia pico con el ángulo óptimo de inclinación. Se ha optado por elegir la alternativa vertical 35 por requerir de una superficie menor.

## 3. UBICACIÓN DE LOS INVERSORES

Desde un primer momento, se han propuesto estas dos ubicaciones de inversores, debido a la cercanía del cuadro de mando y protección, los patinillos existentes en la cubierta y las condiciones de la ubicación. La ubicación 1 se encuentra en el taller del establecimiento y la ubicación 2 en las oficinas.

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque  
Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante

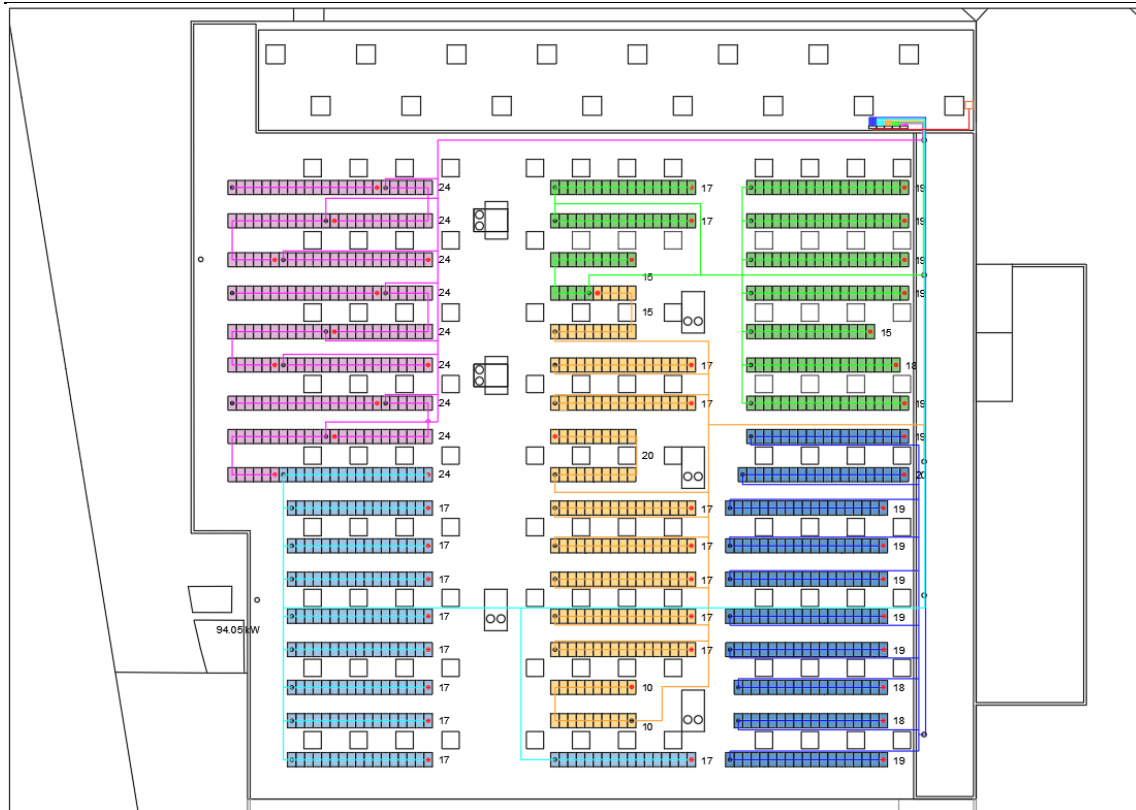


### 3.1. UBICACIÓN 1

Instalando los inversores en la ubicación 1, se han probado tres recorridos distintos para el cableado de corriente continua.

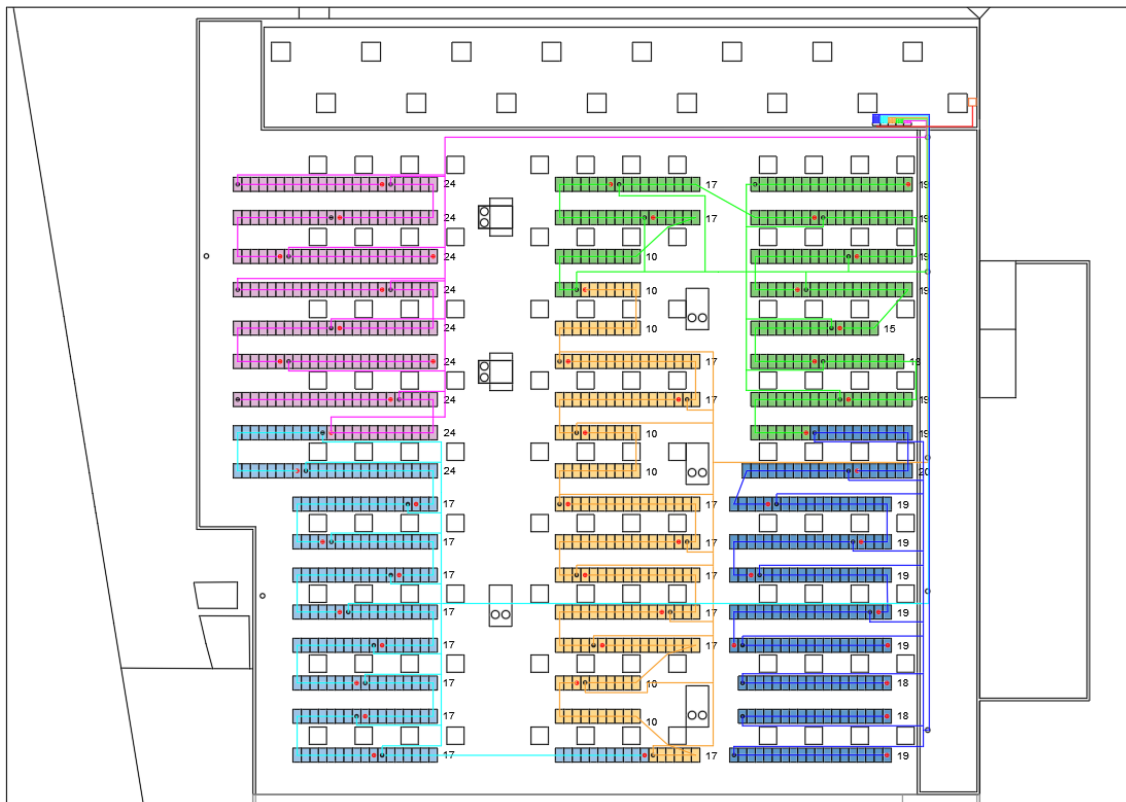
#### RECORRIDO 1

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante



La línea de mayor longitud de corriente continua en caso es de **194,13 m.**

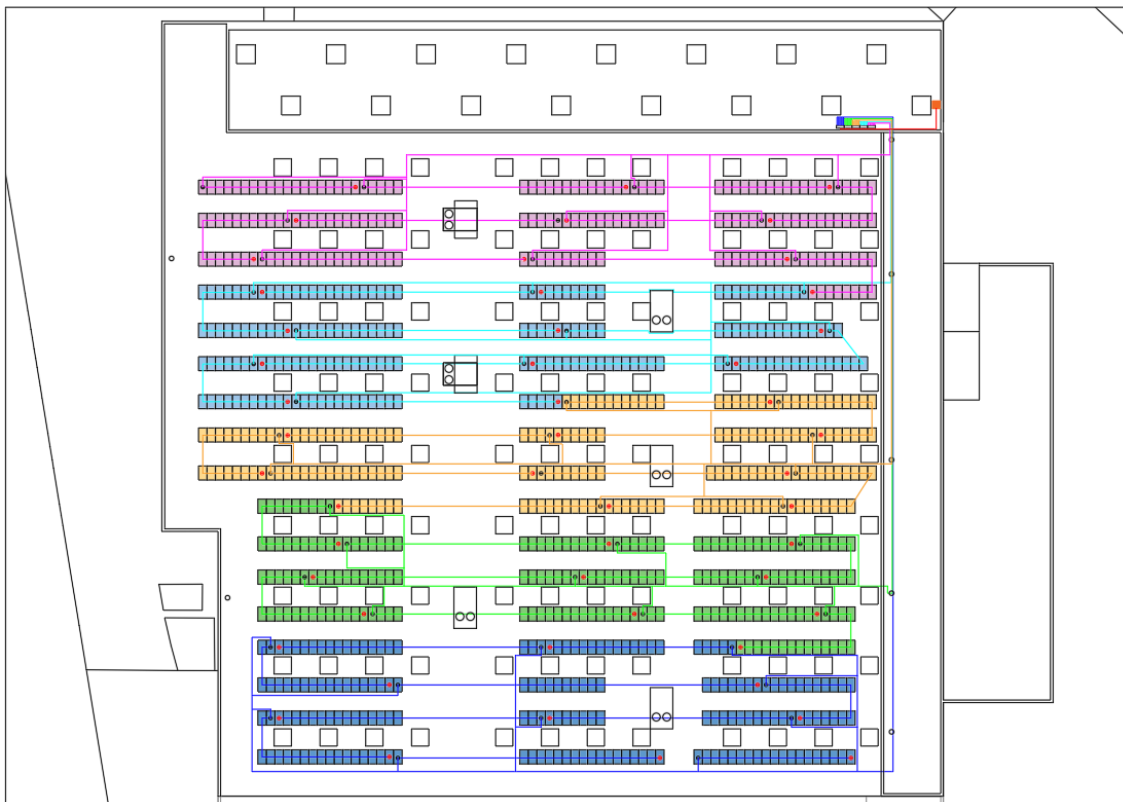
RECORRIDO 2





La línea de mayor longitud de corriente continua en caso es de **199,70 m**.

### RECORRIDO 3



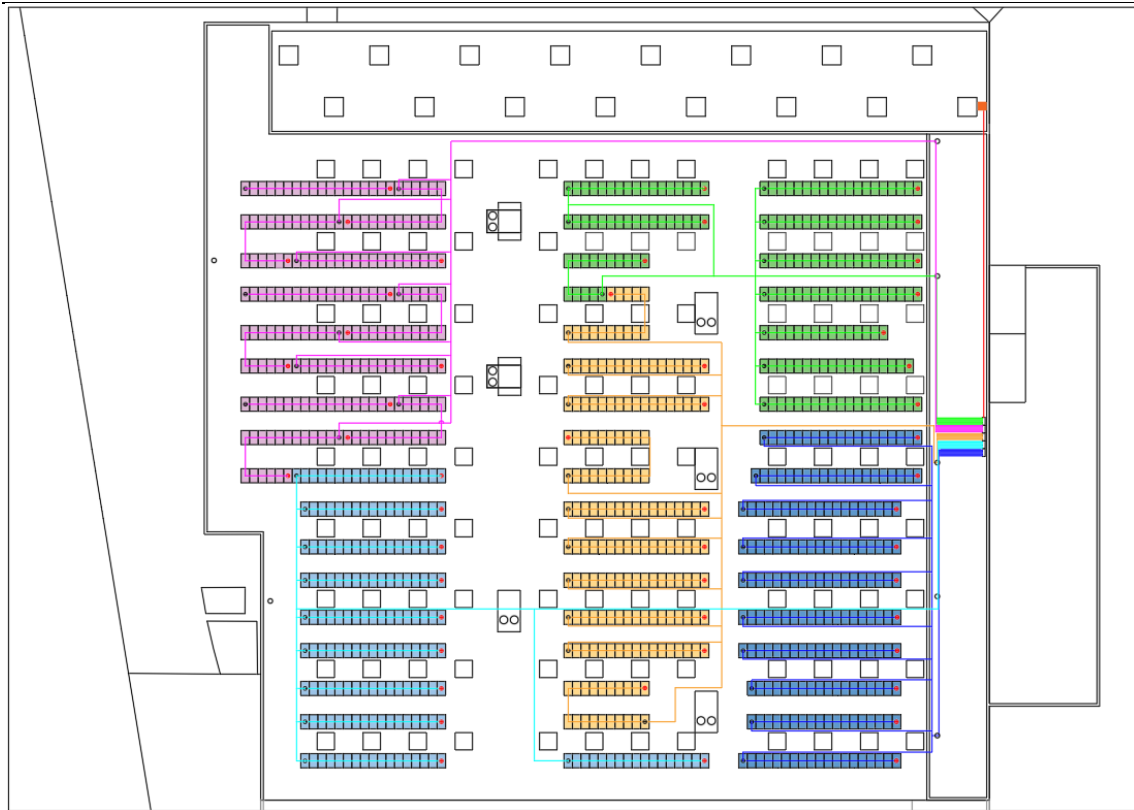
La línea de mayor longitud de corriente continua en caso es de **223,03 m**.

### 3.2. UBICACIÓN 2

Instalando los inversores en la ubicación 2, se han probado tres recorridos distintos para el cableado de corriente continua.

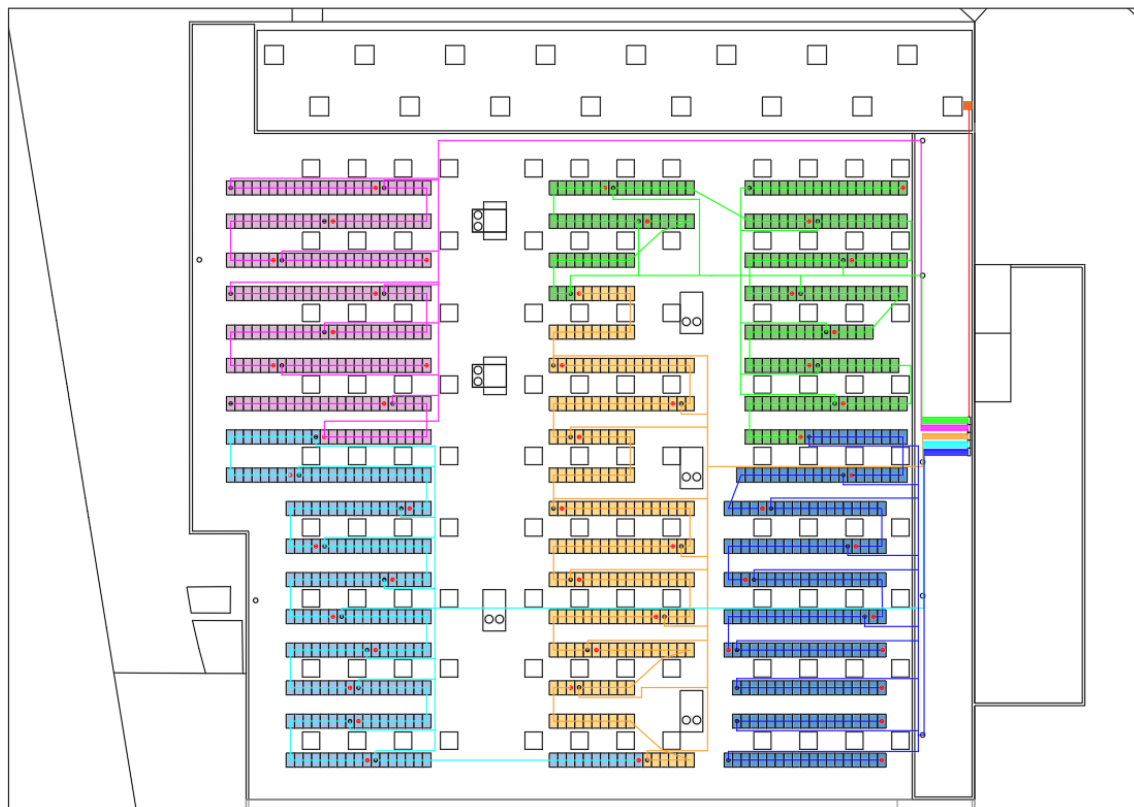
#### RECORRIDO 1

Título del Trabajo Fin de Máster  
Proyecto de ejecución de instalación fotovoltaica de 500 kW en la cubierta situada en Parque Comercial Vistahermosa, Av. de Antonio Ramos Carratalá, s/n, Alicante



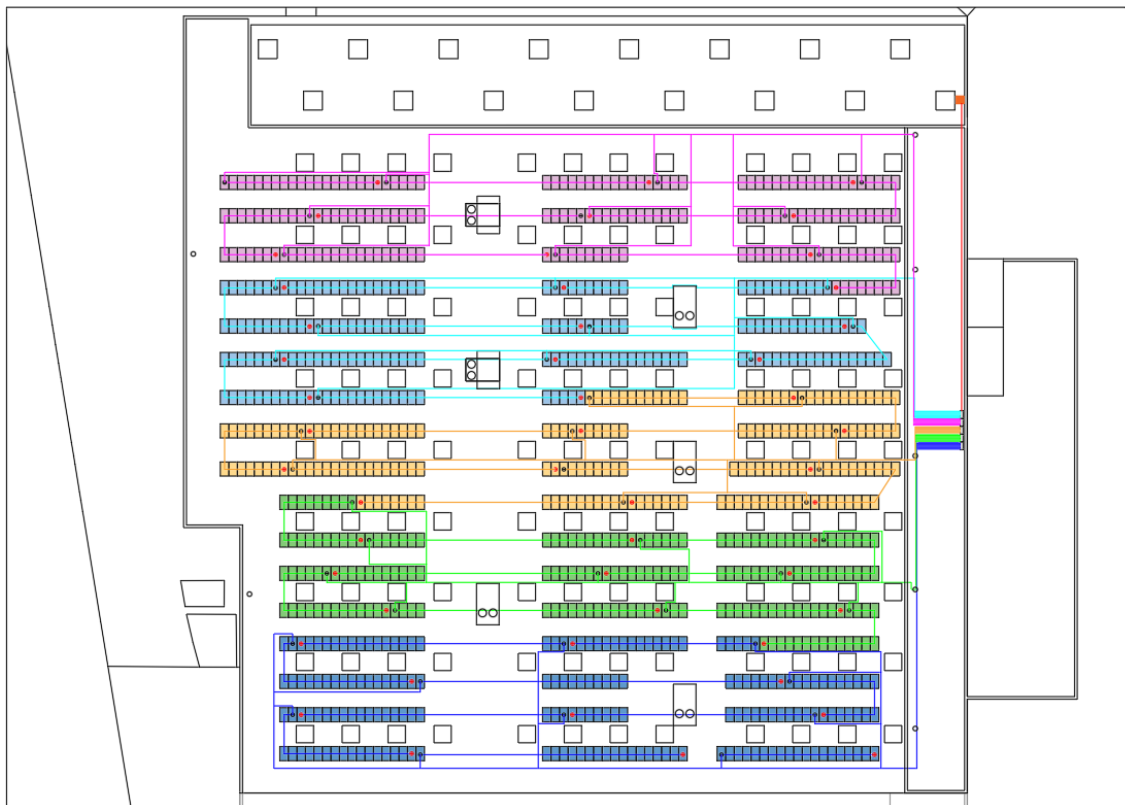
La línea de mayor longitud de corriente continua en caso es de **186,41 m**.

RECORRIDO 2



La línea de mayor longitud de corriente continua en caso es de **191,35 m**.

### RECORRIDO 3



La línea de mayor longitud de corriente continua en caso es de **189,76 m**.

### 3.3. CONCLUSIÓN

Una vez estudiadas y comparadas todas las posibilidades, se ha optado por escoger la alternativa con un recorrido de línea de corriente continua menor, ya que por homogeneidad en los cálculos y dotar de mayor sencillez a la instalación, todas las líneas se han calculado con la mayor longitud de línea de todas, que en este caso son 186,41 m, redondeado a 187 m en los cálculos. Es por ello que, se ha escogido la ubicación 2 para los inversores con el recorrido 1 para las líneas. La longitud de la línea de corriente alterna no se ha tenido en cuenta en la propuesta de alternativas debido a que no se preveían grandes diferencias entre una línea u otra. Y, como puede reflejarse en el presupuesto, económicamente las líneas de CC tienen un coste notablemente superior.

## **ANEXO 2. "FICHAS TÉCNICAS"**

## ÍNDICE

1. MODULOS FOTOVOLTAICOS .....	1
2. INVERSORES .....	4
3. ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	7

## **1. MODULOS FOTOVOLTAICOS**

## DEEP BLUE 3.0

**Mono**

550W MBB Half-cell Module

JAM72S30 525-550/MR Series

### Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

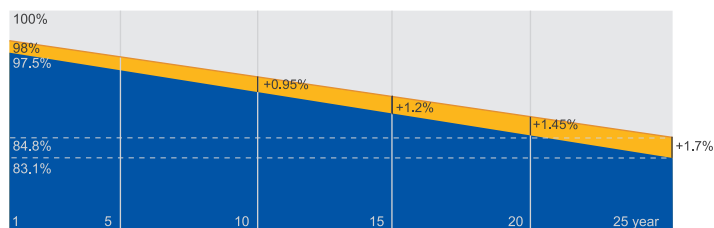


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

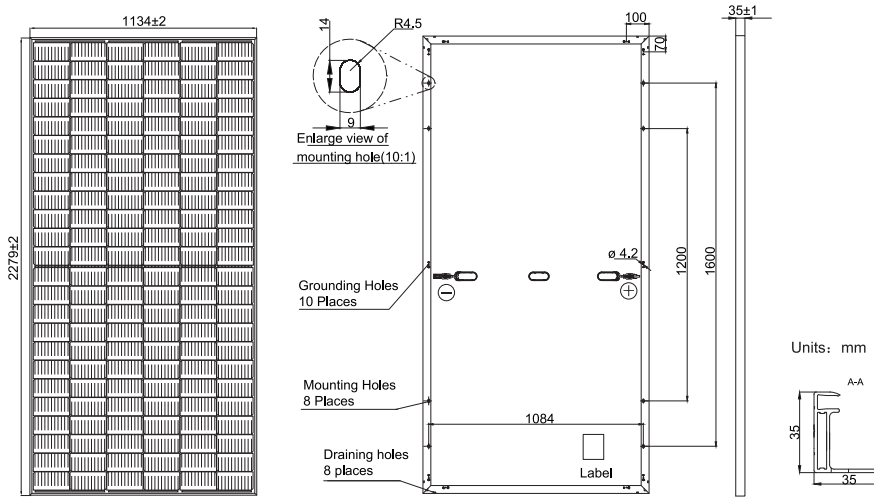
### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



**MECHANICAL DIAGRAMS**

**SPECIFICATIONS**



Cell	Mono
Weight	28.6kg±3%
Dimensions	2279±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container

Remark: customized frame color and cable length available upon request

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.15	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.15	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.65	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.76	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11
Module Efficiency [%]	20.3	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

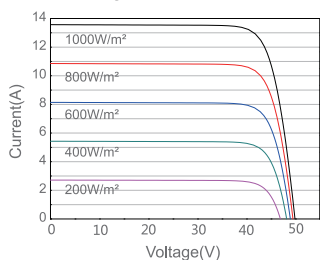
**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

**OPERATING CONDITIONS**

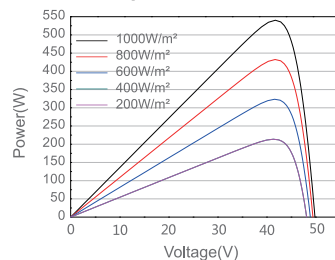
TYPE	JAM72S30 -525/MR	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(Pmax) [W]	397	401	405	408	412	416	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.05	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.36	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	Maximum Series Fuse Rating	25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.97	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112lb/ft <sup>2</sup> ) 2400Pa(50lb/ft <sup>2</sup> )
Max Power Current(Imp) [A]	10.35	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	NOCT	45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

**CHARACTERISTICS**

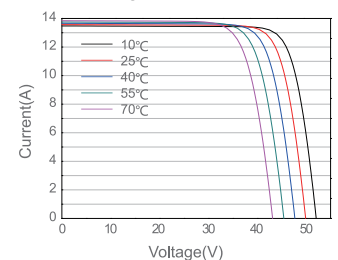
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR





## **2. INVERSORES**

# SUN2000-100KTL-M1 Smart String Inverter



10  
MPP. Seguidor



98.8% (@ 480V)  
Max. Eficiencia



Gestión de  
nivel de cadena



Diagnóstico inteligente  
de curvas I-V admitido



MBUS  
Soportado



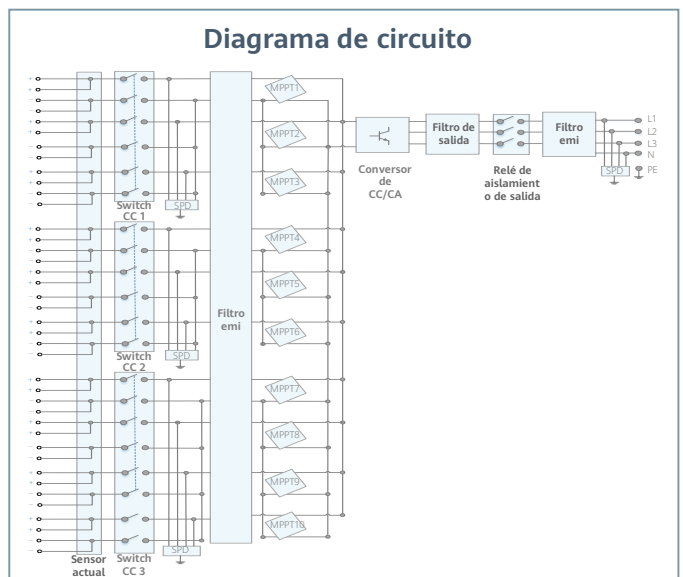
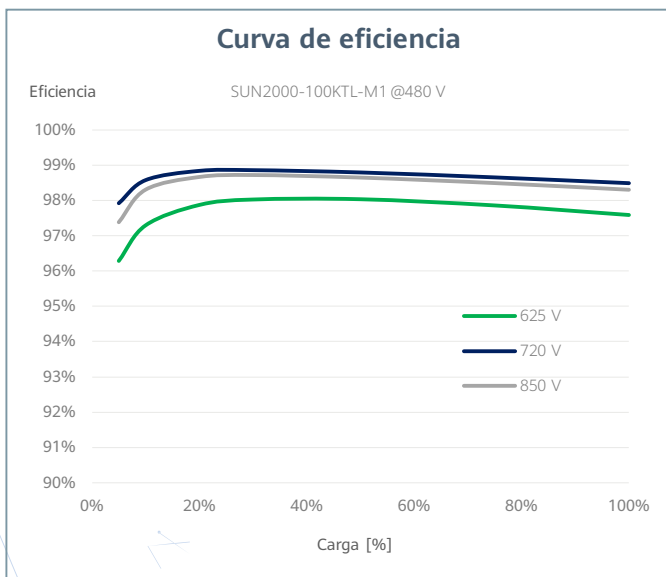
Diseño  
Sin fusible



Protección contra rayos  
Para DC y AC



IP66  
Proteccion



Especificaciones técnicas	SUN2000-100KTL-M1
<b>Eficiencia</b>	
Máxima eficiencia	98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V
<b>Entrada</b>	
Tensión máxima de entrada <sup>1</sup>	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	26 A
Corriente de cortocircuito máxima	40 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT <sup>2</sup>	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac
Cantidad de rastreadores MPP	20
Cantidad máxima de entradas por MPPT	10
<b>Salida</b>	
Potencia activa	100,000 W
Max. Potencia aparente de CA	110,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	110,000 W
Tensión nominal de salida	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V
Max. intensidad de salida	133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%
<b>Protecciones</b>	
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
<b>Comunicación</b>	
Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Monitorización de BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Peso (incluida ménsula de montaje)	90 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Enfriamiento de aire inteligente
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Staubli MC4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT/DT
Grado de protección	IP66
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 3.5 W

**Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)**

**Seguridad**

**Estándares de conexión a red eléctrica**

EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683  
VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

\* 1 El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

\* 2 Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

### **3. ESTRUCTURA SOPORTE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

Mounting systems for solar technology



ASSEMBLY INSTRUCTIONS  
**MULTIANGLE SYSTEM**

GB

## GENERAL SAFETY INFORMATION

Please note that our general mounting instructions must be followed at all times and can be viewed online at [www.k2-systems.com/en/downloads/product-information.html](http://www.k2-systems.com/en/downloads/product-information.html).

The following guidelines apply:

- The equipment may only be installed and operated by qualified and adequately trained installers.
- Prior to installation, ensure that the product complies with on-site static loading requirements. For roof-mounted systems, the roof load-bearing capacity must always be checked.
- National and local building regulations and environmental requirements must be adhered to.
- Compliance with health and safety regulations, accident prevention guidelines and applicable standards is required.
  - Protective equipment such as safety helmet, boots and gloves must be worn.
  - Roofing works must be in accordance with roofing regulations utilising fall protection safeguards when eaves height exceeds 3 m.
  - At least two people must be present for the duration of the installation work in order to provide rapid assistance in the event of an emergency.
- K2 mounting systems are continuously developed and improved and the installation process may thereby change at any time. Prior to installation consult our website at <http://www.k2-systems.com/en/downloads/product-information.html> for up-to-date instructions. We can send you the latest version on request.
- The module manufacturer's assembly instructions must be adhered to.
- Equipotential bonding / grounding / earthing between individual parts must be performed according to country specific standards, as well as national laws and regulations.
- At least one copy of the assembly instructions should be available on site throughout the duration of the installation.
- Failure to adhere to our general safety and assembly instructions and when not using all system components, K2 is not liable for any resulting defects or damages. We do not accept liability for any damage resulting in the use of competitor's parts. Warranty is excluded in such cases.
- If all safety instructions are adhered to and the system is correctly installed, there is a product warranty entitlement of 12 years. We strongly recommend reviewing our terms of guarantee, which can be viewed at [www.k2-systems.com/en/downloads/product-information.html](http://www.k2-systems.com/en/downloads/product-information.html). We will also send this information on request.
- Dismantling of the system is performed in reverse order to the assembly.
- K2 stainless steel components are available in different corrosion resistance classes. Each structure or component must be carefully checked for possible corrosion exposure.

## THE FOLLOWING GUIDELINES APPLY

Our general assembly instructions must be adhered to and can be viewed online at <http://www.k2-systems.com/en/downloads/product-information.html>  
Call +49 7159 42059-0 for customer log in details.



### Roof and ground mounting requirements

- Ensure the roof covering on the support or substructure has sufficient holding strength.
- Roof pitches of up to 5° are permitted on flat roofs. Mechanical fastening is required when roof inclination exceeds 3°.



### Important mounting instructions!

- Grounding must be prepared on site (if necessary use lightning protection clamp). Country-specific regulations apply.
- We recommend a thermal separation after maximum of 24.4 m.
- Do not use middle and end clamp sets at rail joints.
- Ensure minimum spacing of 20 mm between rail end and end clamp.
- Tightening torque for all module clamps is 16 Nm.
- Follow manufacturer's instructions for clamping area module installation (see manufacturer module data sheet).
- Roof surface must be clean and dry. Roof irregularities must be corrected or removed where appropriate.
- A minimum distance of 500 mm from roof edges and other impediments (eg light domes, vents, ect.) must be maintained.

## AT A GLANCE: RECOMMENDED TOOLS

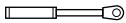
K2 Mounting Systems are optimised for effortless assembly. The recommended tools are not included in the scope of supply.



### Cordless Screwdriver

wrench size 6 mm

---



### Torque Wrench

wrench size 6 mm

---



### Chalk Line

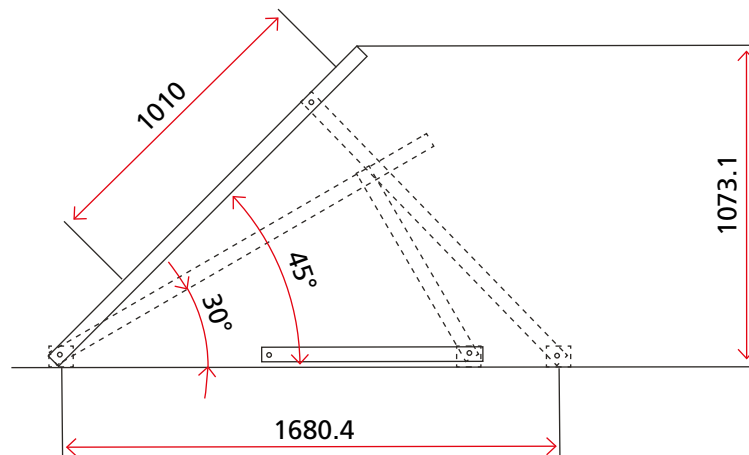


### Tape Measure



# MULTIANGLE SYSTEM

45°/30°



## Cutting the Struts

For an individual installation angle, cut the respective strut according to the following table. Always cut from the side where the hole is 18 mm from the edge. After cutting, drill a new central hole allowing a distance of 18 mm.

### Profile < 30°

Elevation Angle	Profile [mm]	Elevation Angle	Profile [mm]
10°	253	20°	476
11°	274	21°	500
12°	296	22°	524
13°	318	23°	548
14°	340	24°	573
15°	362	25°	598
16°	384	26°	623
17°	407	27°	649
18°	430	28°	675
19°	453	29°	702

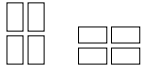
### Profile ≤ 45°

Elevation Angle	Profile [mm]	Elevation Angle	Profile [mm]
30°	730	40°	1041
31°	757	41°	1076
32°	786	42°	1113
33°	815	43°	1152
34°	845	44°	1191
35°	876	45°	1232
36°	907		
37°	939		
38°	972		
39°	1006		

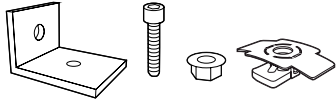
# MULTIANGLE SYSTEM COMPONENTS

P/L

## PORTRAIT/ LANDSCAPE

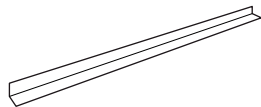


1 Parts of accessories (2002082)



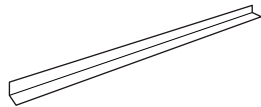
**L-bracket** (Aluminium)  
**Allen bolt M8x25** (stainless steel)  
**Collar nut M8** (stainless steel)  
**MK2 slot nut** (stainless steel)

2 2002056/2002055



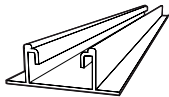
**Strut 30° and 40°** (Aluminium)

3 2002054



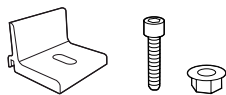
**Upper profile** (Aluminium)

4 Project specific item number

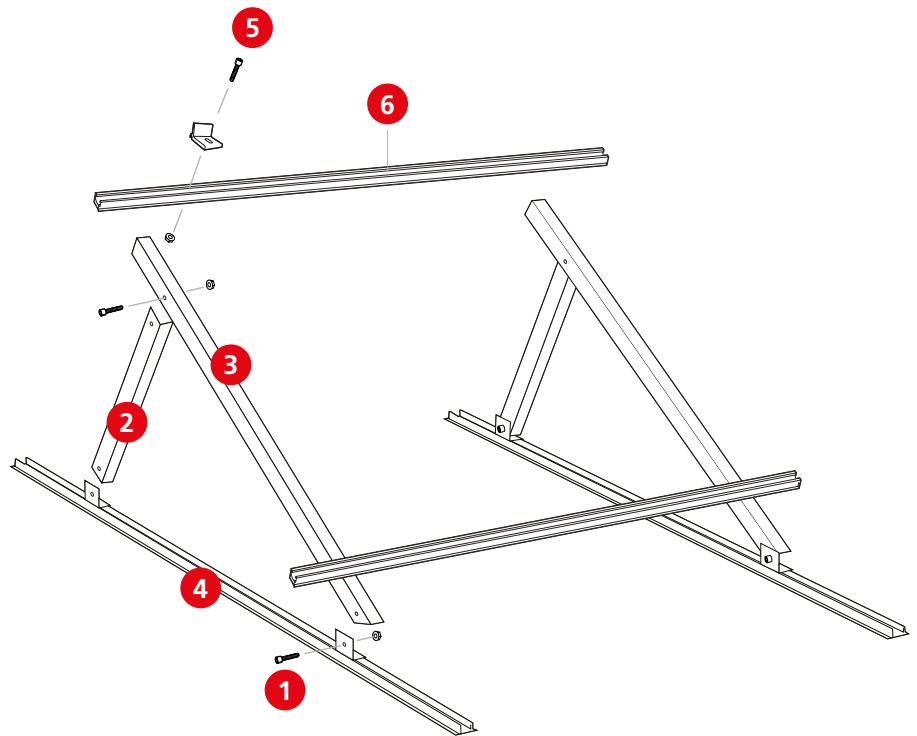


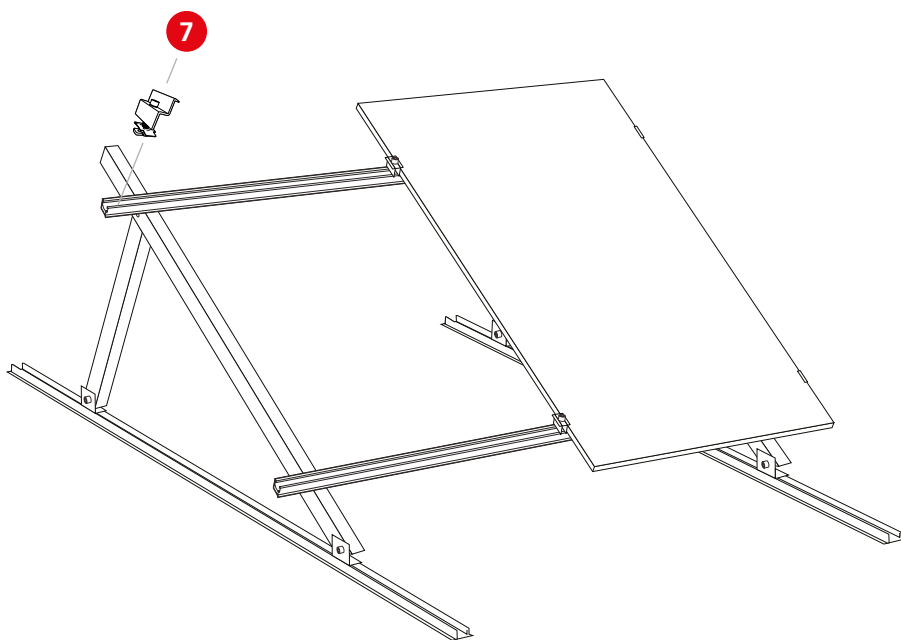
**SpeedRail 22** (Aluminium)

5 Parts of accessories (2002082)

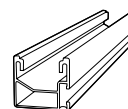


**Climber 36/50**  
(Aluminium)  
**Allen bolt M8x25** (stainless steel)  
**Serrated nut M8** (stainless steel)



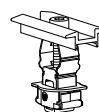


**6** Project specific item number



**SingleRail 36**  
(Aluminium)

**7** Module clamps

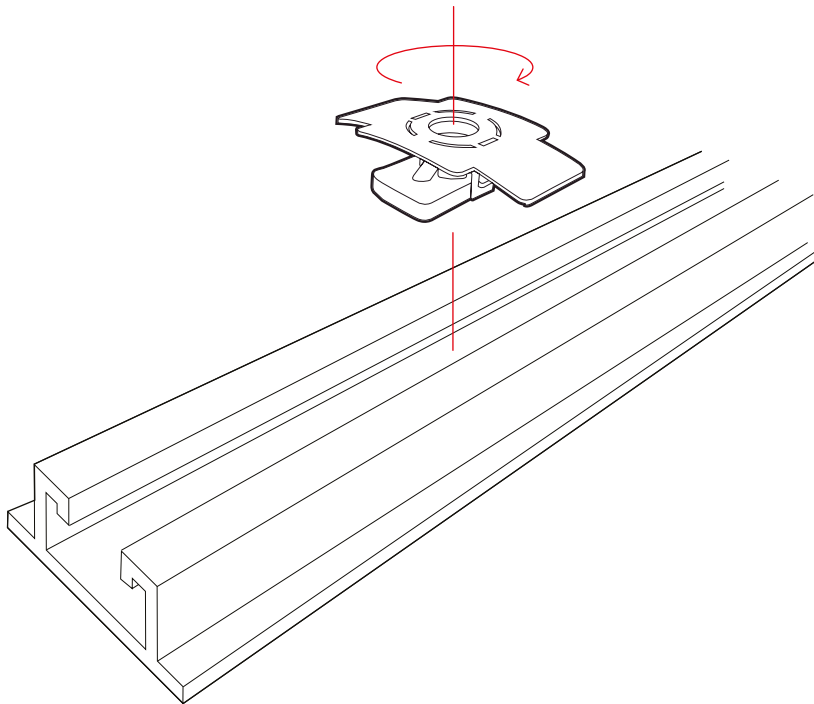


**K2 Clamp MC silver/black 25-40**  
2004146/2004148



**K2 Clamp EC silver/black 30-40,  
Hybrid**  
2003451/2003452

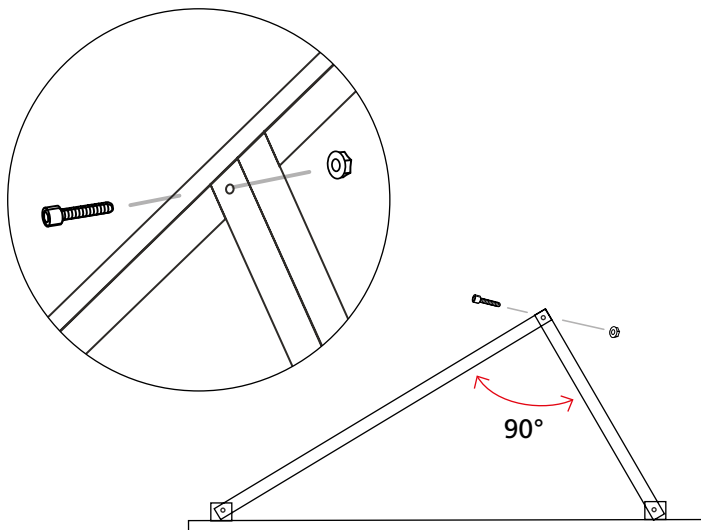
# MULTIANGLE SYSTEM GENERAL ASSEMBLY INSTRUCTIONS FOR PORTRAIT AND LANDSCAPE INSTALLATION



**1**  
of 6

## MOUNTING L-BRACKET

- A** Position SpeedRail
- B** Insert 2 MK2 slot nuts in the rail and rotate clockwise 90° to lock into place.
- !** Depending on the angle of inclination, fasten two L-brackets on the Speed Rail in the MK2 slot nuts with an allen bolt leaving appropriate spacing.



**2**  
of 6

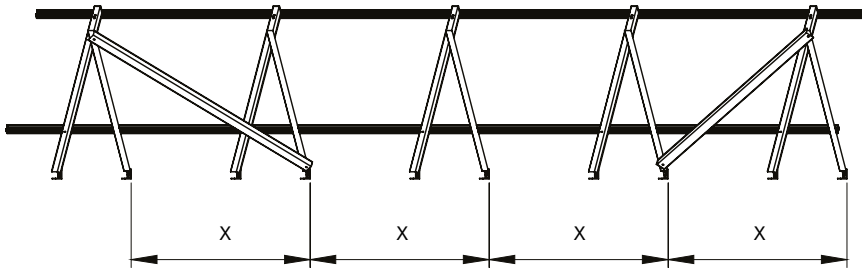
## MOUNTING UPPER PROFILE AND STRUT

- A** Where applicable align customised strut (see page 5) and upper profile in a 90° angle and connect with an allen bolt and serrated nut.
- B** Fasten to the L-brackets with an allen bolt and serrated nut.
- !** Tightening torque: 16 Nm

# MULTIANGLE SYSTEM ASSEMBLY

**3**  
of 6

## DISTANCE BETWEEN TRIANGLES

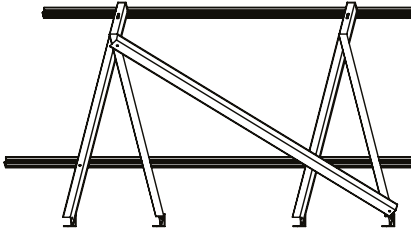


! Depending on the wind and snow load, measure the distance (x) between the triangles according to the following table.

**Wind and snow load table**

Module orientation	Wind load [KN/m <sup>2</sup> ]	Snow load [KN/m <sup>2</sup> ]	Elevation angle [°]	Maximum distance between triangles [m]
Portrait	1.0	1.0	10/15/20/25/30	1.30
			35	1.40
			40	1.50
Portrait	1.6	1.6	10/15/20/25/30	1.05
			35	1.10
			40	1.20
Portrait	2.0	2.0	10/15/20/25	0.90
			30	0.95
			35	1.00
			40	1.05
Landscape	1.0	1.0	10/15/20/25/30	1.65
			35	1.75
			40	1.90
Landscape	1.6	1.6	10/15/20/25/30	1.30
			35	1.40
			40	1.50
Landscape	2.0	2.0	10/15/20/25	1.15
			30	1.20
			35	1.25
			40	1.35

# MULTIANGLE SYSTEM ASSEMBLY



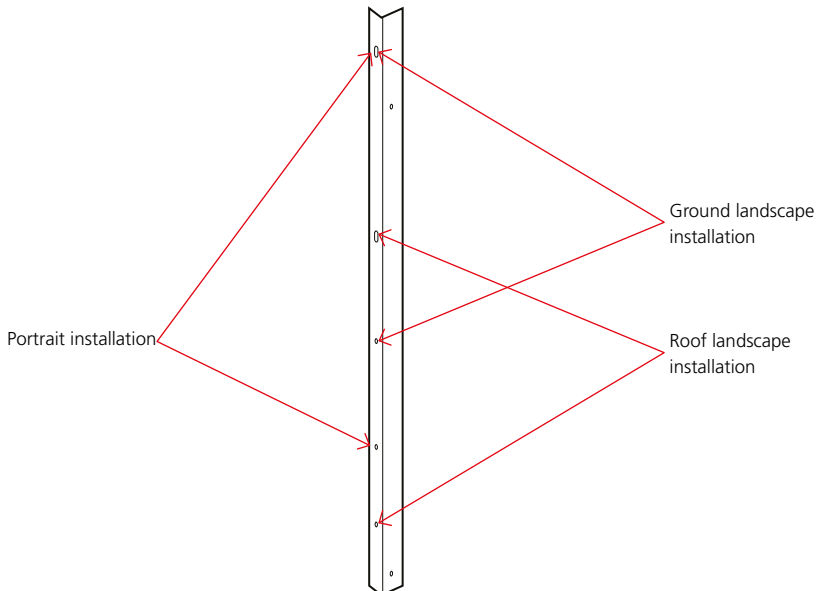
Depending on the inclination angle and spacing between the triangles, diagonally fasten each wind bracing with a self-tapping screw between two triangles.

## Wind bracing table

Triangles per row	2 to 5	6 to 8	10 to 12	13 to 16	17 to 20	21 to 24
Wind bracing quantity	2	4	6	8	10	12

If elevation angle exceeds 15°, connect the triangles with L-profiles as wind bracing. The wind bracing length is calculated as follows:

$$\text{Wind bracing length} = \sqrt{\text{Triangle distance}^2 + \text{length of strut}^2}$$

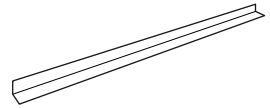


## 4 of 6

### WIND BRACING INSTALLATION

! Set the wind bracing according to the table depending on the number of triangles per row

- ! 2000002 (1.50 m)
- 2000001 (2.0 m)
- 1000370 (6.0 m)



Windbracing (30/30/3; Aluminium)

! 1005207 (Edelstahl, EPDM)



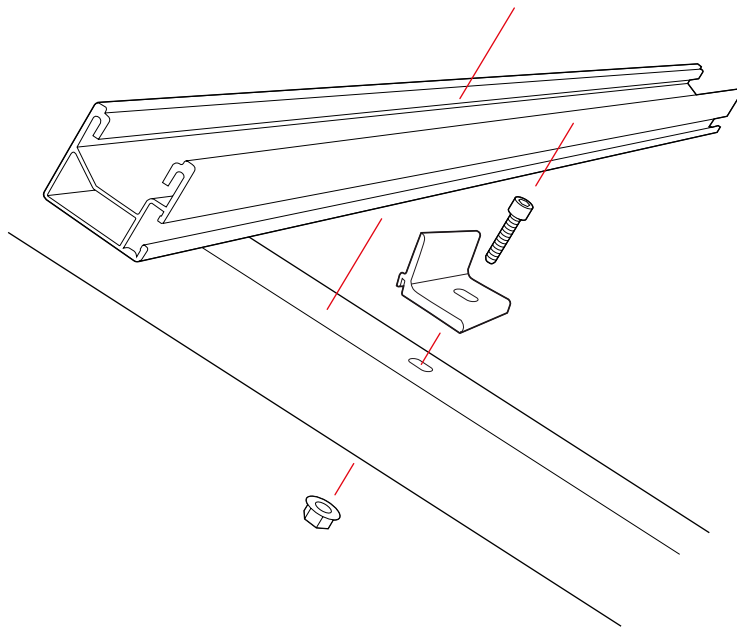
Self-tapping screw

## 5 of 6

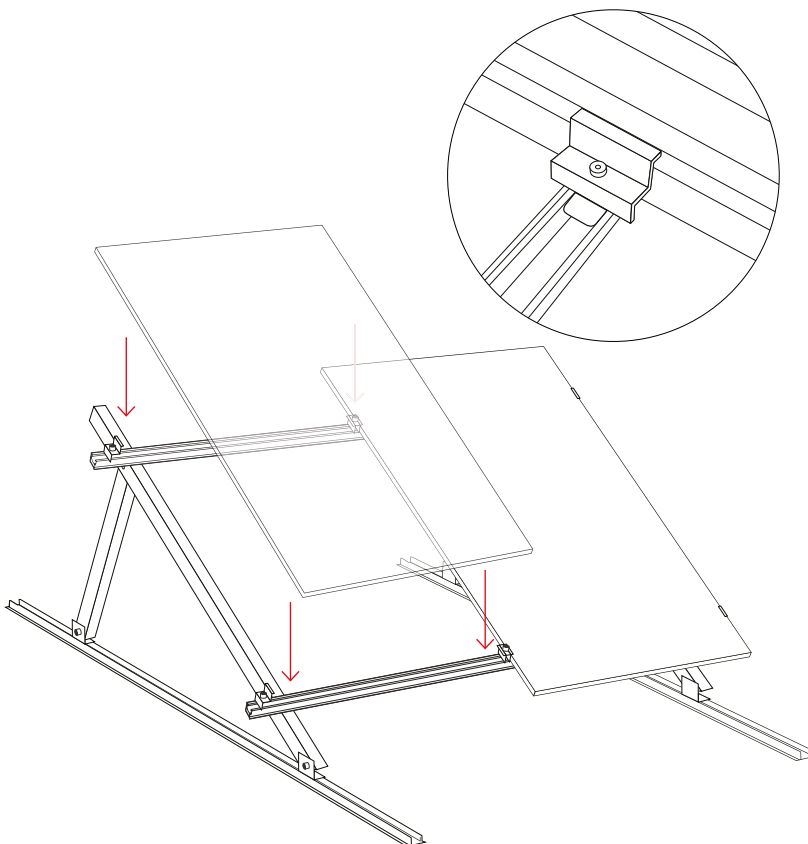
### FASTEN CLIMBER AND MOUNTING RAILS

! Depending on required elevation, use the appropriate long and round holes to installation SingleRails on the upper profile.

## MULTIANGLE SYSTEM ASSEMBLY



- ! Tightening torque: 16 Nm
- A According to the module orientation, hand-tighten the climber to the upper profile using an allen bolt and serrated nut in each slotted hole and bore hole.
- B Insert SingleRail 36, align and screw in and tighten the climber.
- C When appropriate, fix and/or ballast the triangles on the base rail to the substrate.

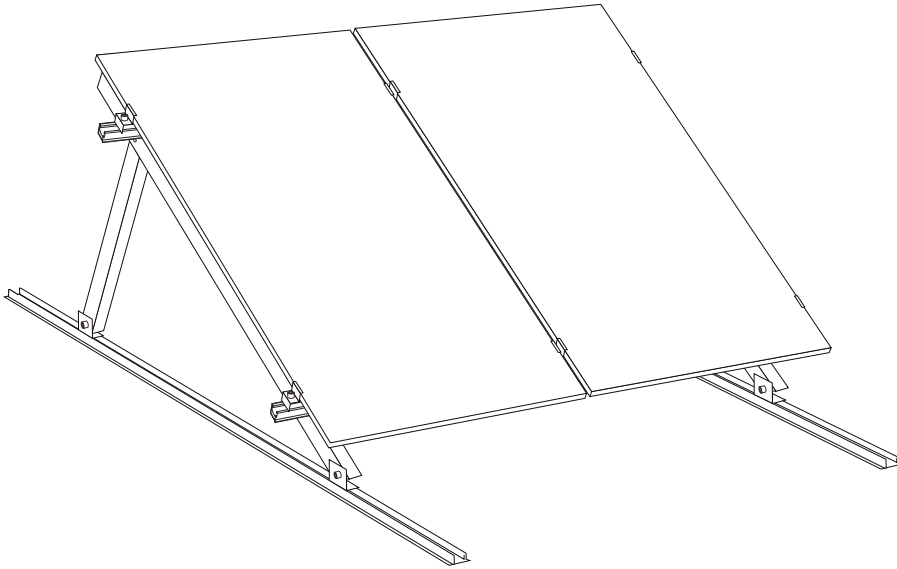


## 6 of 6 FASTEN MODULE

- A Fix clamps sets onto the SingleRail 36, place in the rail notch and rotate 90°.
- B On the long side of the module (in accordance with the module manufacturer) attach and secure clamps with an allen bolt.
- ! Tightening torque: 16 Nm

# MULTIANGLE SYSTEM ASSEMBLY

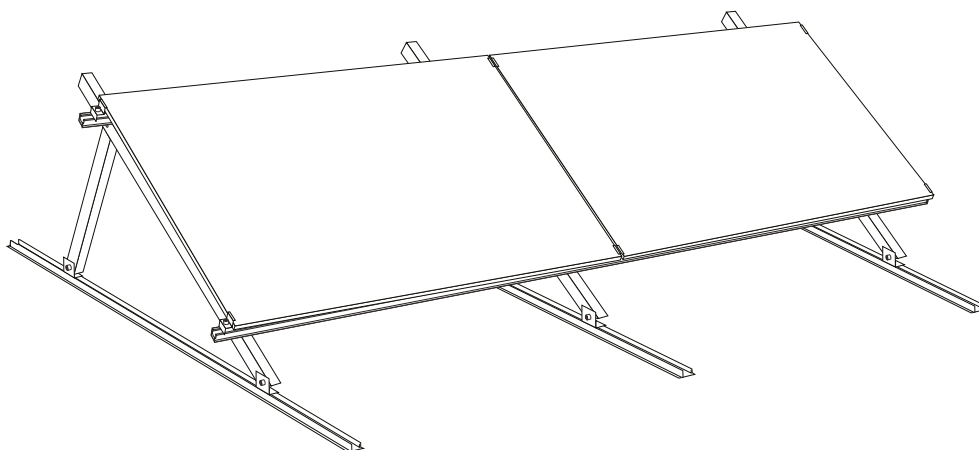
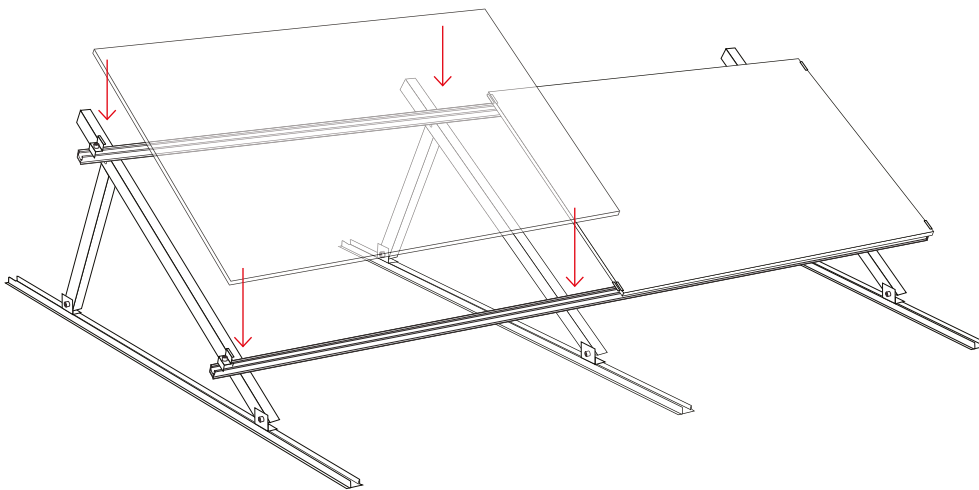
Ready!





## LANDSCAPE MOUNTING OPTION

Landscape installation requires corner clamping on the short side of the module. It is therefore essential to clarify in advance whether a module manufacturer approves of clamping on the short side. For an approved module list please contact your account manager or [www.k2-systems.de](http://www.k2-systems.de). Alternatively, a K2 AddOn mounting adapter allows mounting on the long side of the module. Our service technicians will be happy to advise you.



### ALTERNATIVE: LANDSCAPE MOUNTING OPTION

L6  
of 6

- A** Insert clamps sets in the Single Rail 36 notches and rotate 90°.
- B** Attach clamps on the short side of the module and tighten with an allen bolt.
- !** Tightening torque: 16 Nm

Ready!

Ready!

## THANK YOU FOR CHOOSING A K2 MOUNTING SYSTEM.

Systems from K2 Systems are quick and easy to install. We hope these instructions have helped. Please contact us if you have any questions or suggestions for improvements. All contact details can be found at:

<http://www.k2-systems.uk.com/contact.html>

**Service Hotline: +49 (0)7159 42059-0**

German law shall apply excluding the UN Convention on CISG. Place of venue is Stuttgart. Our General Terms of Business apply. Please refer to <http://www.k2-systems.com/en/gsc.html>.

## TESTED QUALITY – MULTIPLE CERTIFICATIONS

K2 Systems stands for secure connection, highest quality and precision. Our customers and business partners have known that for a long time. Independent institutes have tested, confirmed and certified our capabilities and components. Please refer to <http://www.k2-systems.uk.com/downloads/certificates.html> to download our quality and product certificates.

