



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Máster en Ingeniería Industrial



2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

TUTOR

Julián Monedero Andrés

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con Energía Solar Fotovoltaica en una Comunidad Energética Local

EMPLAZAMIENTO

Calle la Campana,3 localidad El Rosario, Tenerife, 38109, con provincia Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, España.

PROMOTOR

- Nombre: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna
- Dirección: Av. Astrofísico Francisco Sánchez, 38203 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife
- CIF: Q3818001D
- Teléfono: 922 31 83 09
- Correo: esit@ull.edu.es

AUTOR DEL PROYECTO

- Nombre: Samuel Barreto González
- Dirección: Santa Cruz de la Palma
- Correo: alu0101109145@ull.edu.es

TUTOR DEL PROYECTO

- Nombre: Julián Monedero Andrés
- Correo: jmoneder@ull.edu.es

ÍNDICE GENERAL

0. Abstract.

1. Memoria.

2. Anexos.

Anexo I: Cálculos de dimensionamiento y protecciones de una instalación fotovoltaica

Anexo II: Calculos usando Jupyter Notebook

Anexo III: Estudio básico de seguridad y salud

Anexo IV: Fichas técnicas

Anexo V: Gestión de residuos

3. Planos.

4. Pliego de condiciones.

5. Estado de mediciones.

6. Presupuesto.

Abstract.

The aim of the project is to study a photovoltaic installation in order to obtain best results at the lowest cost for several consumers. This installation will be situated in the island of Tenerife particularly located in El Rosario,3 in Santa Cruz de Tenerife with postal code 38109.

The electricity produced by the photovoltaic installation is assigned to different types of consumers who take advantage of the electricity produced. It's remarkable to distinguish residential ones which consume a 60% of total production and industrial ones which complete the 40% remaining of consumption. Residential consumption ranges from 8 to 14 kWh per day and industrial one's ranges from 16 to 30 kWh per day.

The photovoltaic installation has been designed to accomplish the daily demand of electricity that consumers need. Moreover, economic savings have been analyzed which suppose the negotiation with a commercial enterprise with a specific fee for each kind of consumers.



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Máster en Ingeniería Industrial



MEMORIA

2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

TUTOR

Julián Monedero Andrés

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
2 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN, PETICIONARIO Y/O TITULAR.....	3
3 ANTECEDENTES	3
4 NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	4
4.1 Norma aplicable.....	4
4.2 Programa de cálculo.....	6
4.3 Referencias.....	6
5 DESCRIPCIÓN DE LOS CONSUMIDORES.....	7
6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	10
6.1 Elementos de la instalación FV.....	10
6.2 Configuración de strings de módulos fotovoltaicos.....	12
6.3 Producción de la instalación FV.....	12
6.4 Protecciones y canalizaciones de la instalación FV.....	19
7 TARIFAS Y AHORROS ECONÓMICOS	25
7.1 Perfil doméstico	25
7.2 Perfil industrial	29
8 PRESUPUESTO PROYECTO.....	33
9 ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS.....	34
10 CONCLUSIONES.....	35

1 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El objeto de proyecto consiste en proyectar una instalación fotovoltaica sobre cubierta en autoconsumo colectivo para un conjunto de consumidores cercanos conectados a la red eléctrica de baja tensión. Asimismo, incluye un estudio de los ahorros económicos para los consumidores que supone.

La finalidad del presente Proyecto Técnico es que sirva como documento base para conseguir de parte de los distintos organismos de la administración autonómica y local competentes, las necesarias autorizaciones, con el fin de que sirva a la propiedad para realizar las instalaciones que pretende; así como establecer el dimensionamiento necesario para su ejecución. Se aportarán en el documento los cálculos realizados para la instalación fotovoltaica que enlaza con la red de distribución.

2 PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN, PETICIONARIO Y/O TITULAR

Se trata de un proyecto con finalidad docente cuyo solicitante es la Escuela superior de Ingeniería y Tecnología con dirección Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, 38203 San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, cuyo CIF es Q3818001D, teléfono: 922 31 83 09 y correo: esit@ull.edu.es

3 ANTECEDENTES

El emplazamiento del edificio se encuentra localizado en la isla de Tenerife, provincia Santa Cruz de Tenerife, y está situado en C. la Campana,3, con termino municipal El Rosario en Santa Cruz de Tenerife con código postal 38109, cuyo suelo es pedregoso.



Fig.1 Ubicación del inmueble por medio del Visor de GRAFCAN (IDECanarias visor 4.5.1)

4 NORMATIVA Y REFERENCIAS

4.1 Norma aplicable

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

-Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002) y sus actualizaciones siendo la última en el BOE-326 de 2019

-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.

-Normas y directrices particulares de la Compañía Suministradora.

-Instrucciones de la Comunidad Autónoma de Canarias.

-Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

-Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

-Real decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

-Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

-Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

-Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

-Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Real decreto 865/2003, de 4 de julio por el que se establecen los criterios higiénicos – sanitarios para la prevención y control de la legionelosis

- 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. La cual deroga al REAL DECRETO 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

- Real decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Modificado por real decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

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

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

- 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 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el anterior CTE y sus correspondientes Documentos.

- Ley 82/1980, de 30 de diciembre, sobre Conservación de la Energía

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico que deroga la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico

- Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Modificado por real decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.

- Real decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican

determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico y modifica el R.D.
1955/2000.

- norma UNE-20460-5-52

- Real Decreto-ley 23/2020, que aprueba medidas en materia de energía y otros ámbitos para la reactivación económica.

En general, todo tipo de Reglamento o Normas en vigor que le afecte durante el transcurso de la obra.

4.2 Programa de cálculo

- **AutoCAD** software para diseño 2D de los planos generales de la instalación, así como su respectivo diseño eléctricos, unifilares y contra incendio.
- **Hoja de cálculo de excel** para realizar tablas, gráficos y diversos cálculos, así como fuente de datos de consumo y de producción de la instalación fotovoltaica.
- **PVGIS** para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica en función de la ubicación del inmueble, así como otros parámetros de interés como los ángulos de inclinación de los paneles FV.
- **Google Earth** para conocer con precisión la ubicación del inmueble a nivel global.
- **Grafcan** ídem que el anterior, pero a nivel canario.
- **Jupyter Notebook:** para desarrollar código en Python que filtre y analice las muestras aprovechando las virtudes de la librería Pandas.
- **Arquímedes** para el desarrollo del presupuesto del proyecto de instalación.

4.3 Referencias

- [1] Som Energia. (s. f.). Tarifas de Electricidad | Som Energia.
[<https://www.somenergia.coop/es/tarifas-de-electricidad-que-ofrecemos/tarifa-periodos/>]
- [2] Helioesfera. (s. f.). ¿Qué significan las siglas STC y NOCT?
[<https://www.helioesfera.com/que-significan-las-siglas-stc-y-noct/>]
- [3] Cano Sánchez, J. (2004). Climatoterapia: el aprovechamiento del clima para nuestro bienestar. Calendario Meteorológico.
- [4]G. Sillero, C. (2024). ¿Cuándo se batió el último récord de calor en tu ciudad? ExpansiónLab

5 DESCRIPCIÓN DE LOS CONSUMIDORES

La instalación fotovoltaica alimentará a varios perfiles de consumidores a través de la red de distribución eléctrica donde cabe distinguir el doméstico e industriales. En concreto se contempla 30 perfiles doméstico con consumo que varía entre 8 kWh/día y 14 kWh/día (ver tabla 1) y que supone 60% de la producción de la instalación fotovoltaica. Por otro lado, se estudia perfiles industriales con un consumo que varía entre 16 kWh/día y 30 kWh/día (ver tabla 2) y que supone 40% de la producción restante de la instalación fotovoltaica. Para ello se ha utilizado un dataframe en Excel donde se ha creado columnas con datos de consumo horario para un año con muestras estocásticas aprovechando la función ALEATORIO.ENTRE(75;125)/100 a partir de columnas con consumos horarias que sirvieron como modelo base para dar datos variados de consumo en los rangos mencionados con anterioridad.

Consumo promedio diario por residencia (kWh/día)	
Residencial 1_1	8.98
Residencial 1_2	12.01
Residencial 1_3	11.00
Residencial 1_4	7.99
Residencial 1_5	8.52
Residencial 1_6	9.49
Residencial 2_1	9.01
Residencial 2_2	9.97
Residencial 2_3	11.00
Residencial 2_4	8.01
Residencial 2_5	10.51
Residencial 2_6	8.01
Residencial 3_1	9.01
Residencial 3_2	9.99
Residencial 3_3	10.99
Residencial 3_4	8.01
Residencial 3_5	9.50
Residencial 3_6	13.99
Residencial 4_1	8.49
Residencial 4_2	10.98
Residencial 4_3	7.99
Residencial 4_4	9.49
Residencial 4_5	8.51
Residencial 4_6	9.00
Residencial 5_1	8.52
Residencial 5_2	8.99
Residencial 5_3	8.00
Residencial 5_4	13.00
Residencial 5_5	8.50
Residencial 5_6	8.98

Tabla 1. Consumo promedio diario doméstico.

Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

Consumo promedio diario por industria (kWh/día)	
Industrial 1_1	25.07
Industrial 1_2	29.93
Industrial 1_3	20.00
Industrial 1_4	16.00
Industrial 2_1	25.03
Industrial 2_2	30.02
Industrial 2_3	20.02
Industrial 2_4	16.00

Tabla 2. Consumo promedio diario industrial.

Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

Se puede apreciar que los consumidores tienen un consumo variado. Para una mejor visualización se ha generado 6 subgráficas (ver figura 2) donde se puede apreciar tendencias de consumo en algunos consumidores. Esto será objeto de estudio posteriormente en el apartado de tarifas y ahorro económico para tratar de conseguir el máximo beneficio posible. Por ejemplo, se puede apreciar que en los consumidores del residencial tipo 4 y 5 tienen un consumo mayoritariamente nocturno mientras que en el residencial 1, 2 y 3 el consumo es alto tanto a primeras horas de la mañana como de la noche. Por otro lado, los consumidores de perfiles industriales son inminentemente diurno.

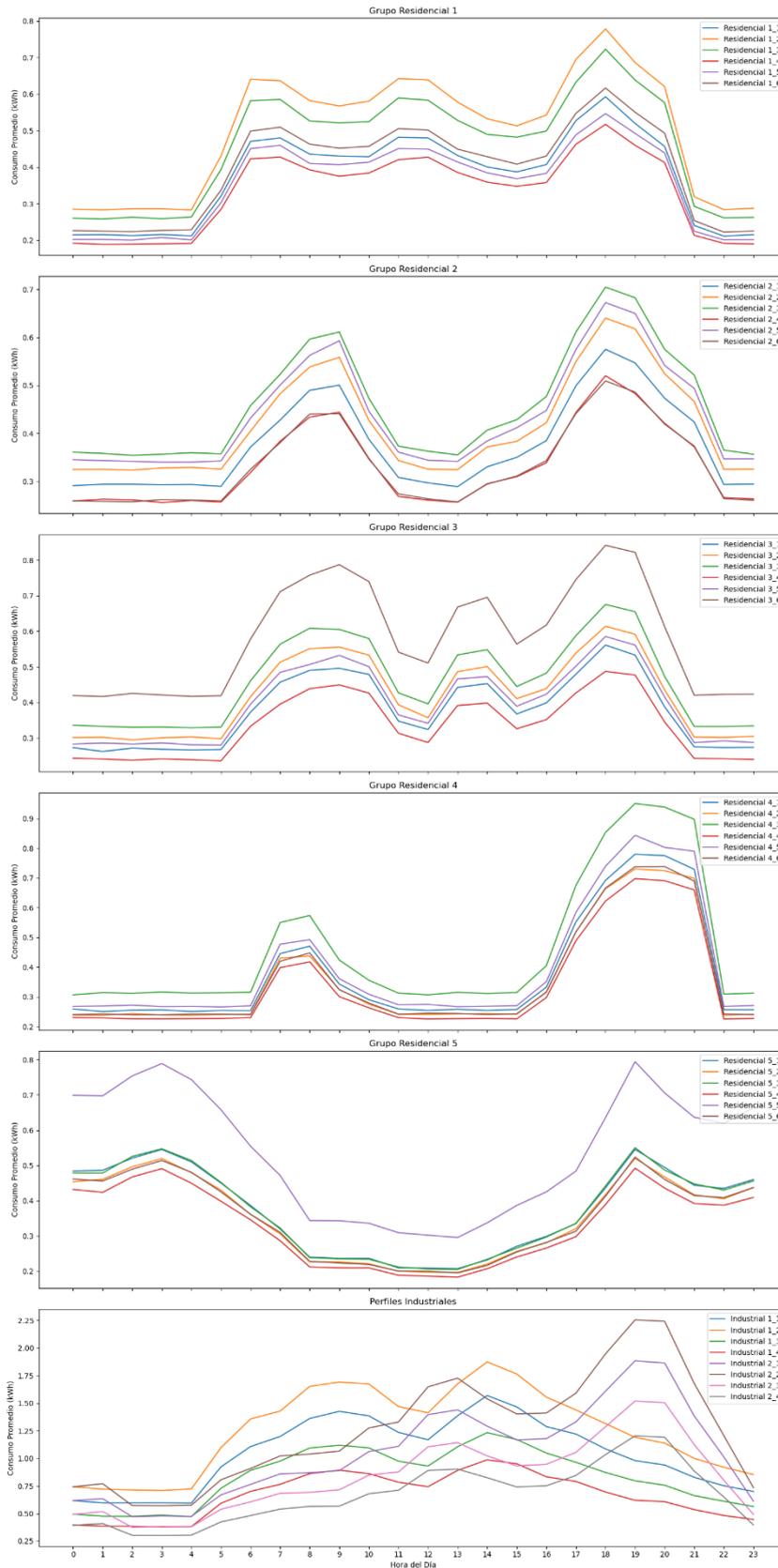


Fig.2 Consumo horario promedio para perfiles doméstico e industrial. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

6.1 Elementos de la instalación FV

Se propuso trabajar con 173 modulo fotovoltaicos, modelo ASTRO N5 CHSM72N(DG)/F-BH-580Wp los cuales tienen una potencia pico de 580 Wp obteniendo con ello una potencia de la instalación fotovoltaica aproximado de 100 kW. Además, estos contarán con soportes especializados para cubiertas inclinadas.

Por ello se seleccionó un inversor trifásico Huawei SUN2000-100KTL-M2 el cual tiene como potencia nominal 100000 W. Estos se colocarán dentro de la nave industrial con una distancia prudencial. Además, se incluye la apartamenta eléctrica que se explicará posteriormente en la sección 5.4.

Especificaciones del Inversor	
Número de MPP trackers	10
Máximo número de entradas por MPP tracker	2
Máximo número de entradas totales	20
Voltaje máximo de entrada	1100 V
Voltaje de arranque	200 V
Rango de voltaje de operación del MPPT	200 V - 1000 V
Máxima corriente por MPPT	30 A
Máxima corriente por entrada	20 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A

Tabla 3 Especificaciones de la ficha técnica del inversor Huawei SUN2000-100KTL-M2.

Especificaciones del módulo fotovoltaico	
Potencia de pico	580 Wp
Voc (STC)	51.3 °C
Tcelula (STC)	25 °C
Irradiancia perpendicular (STC)	1000 W/m ²
AM	1.5
NOCT	41 °C
Tcelula (NOCT)	20°C
Irradiancia perpendicular (NOCT)	800 W/m ²
viento	1 m/s
α	+0.043%/°C
β	-0.25%/°C

Tabla 4 Especificaciones de la ficha técnica del módulo fotovoltaico ASTRO N5 CHSM72N(DG)/F-BH-580Wp.

De todas maneras, estos se podrán ver con más detalle las especificaciones de estos elementos en el anexo de fichas técnicas.

6.2 Configuración de strings de módulos fotovoltaicos

Para saber cuántos módulos fotovoltaicos pondremos en serie se ha tenido que utilizar datos en las fichas técnicas del inversor y de los paneles (tabla 3 y 4) donde se ha tenido en cuenta que en el módulo fotovoltaico se distingue:

- STC: Proporciona una medida idealizada del rendimiento del panel bajo condiciones de laboratorio óptimas y es utilizada principalmente para comparar paneles solares.
- NOCT: Proporciona una estimación más realista del rendimiento del panel en condiciones operativas típicas, teniendo en cuenta que las células solares se calientan y la irradiancia es menor bajo condiciones desfavorables yendo a los registros históricos de temperatura del lugar de la instalación donde se ha seleccionado como mínima temperatura 3.2 °C y como máxima 44°C.

Tras analizar tener en cuentas consideraciones de caída de tensión e intensidad se ha buscado la mejor distribución de paneles en serie que cumpliera con las especificaciones del inversor a fin de completar con las 20 entradas que ofrece el inversor a strings de módulos. Llegando a la conclusión de que la mejor configuración sin dejar módulos sueltos sería:

- 13 strings de 9 módulos (13 entradas)
- 7 strings de 8 módulos (7 entradas)

6.3 Producción de la instalación FV

Para extraer los datos de producción horaria anual empleé la herramienta de PVGIS introduciendo los datos de la potencia de los módulos fotovoltaicos de 100.3 kW, el azimut e inclinación que se pueden apreciar en el anexo de planos donde el azimut es -43° y la inclinación de 12° la cubierta de la nave industrial sobre donde se va a colocar los módulos fotovoltaicos con una pérdida del sistema del 14% como viene por defecto.

A continuación, se puede apreciar la evolución del consumo total horario promedio y de la producción total de la instalación para cada uno de los meses del año. Es evidente que los excedentes se producen mayoritariamente al mediodía, cuando la irradiancia en los módulos es mayor y que el consumo de la red se produce en horario nocturno.

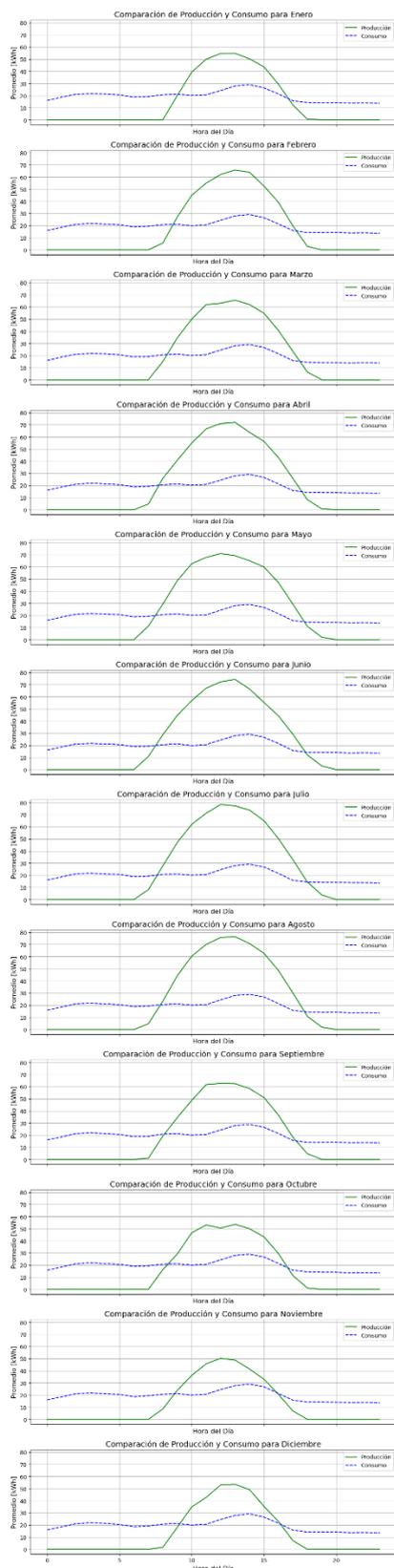
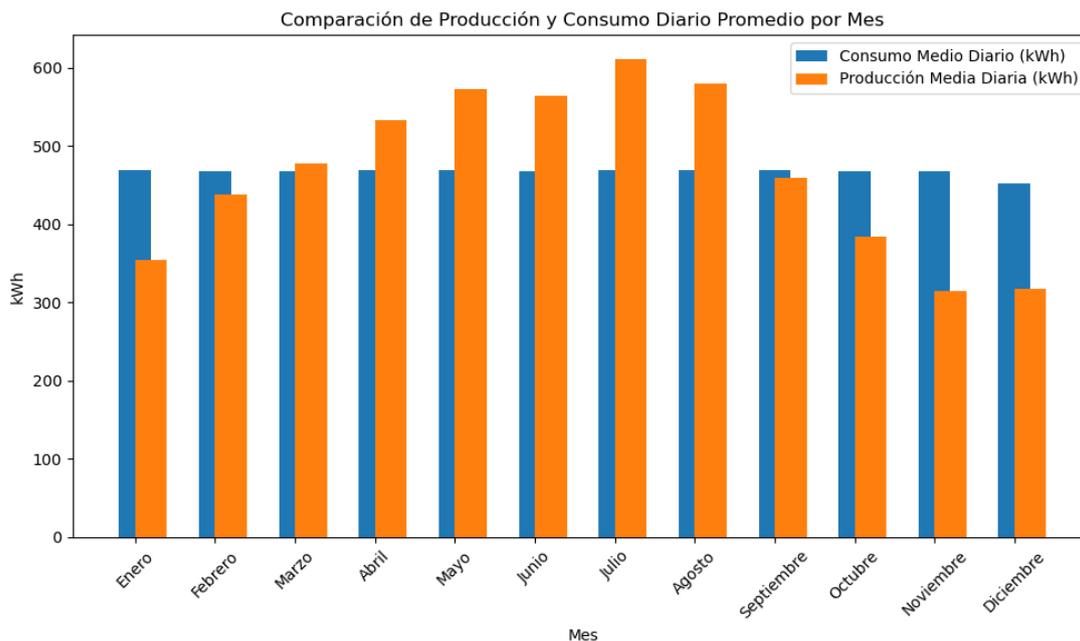


Fig.3 Curva de producción y consumo promedio horario para los distintos meses del año.
Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.



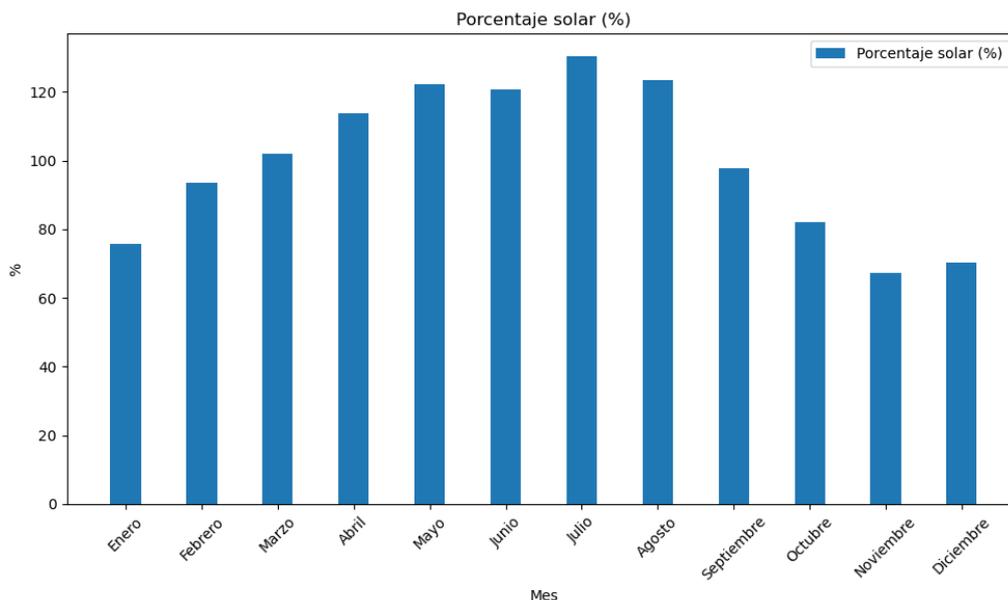
*Fig.4 Comparativa de consumo y producción de la instalación FV.
Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.*

Como puede verse, la mayor parte del año se cubre totalmente con FV el consumo total diario estimado (468.53 kWh). Además, se puede apreciar en la figura 5 que el consumo y la producción promedio diarios son muy similares y cumpliéndose aproximadamente con los porcentajes del 60 y 40% respectivamente para consumos industriales y domésticos.

```

Producción diaria promedio: 468.742 kWh/día
60% de la producción diaria de la planta fotovoltaica: 281.24 kWh/día
40% de la producción diaria de la planta fotovoltaica: 187.50 kWh/día
Consumo medio diario de los residenciales: 286.47 kWh/día
Consumo medio diario de los industriales: 182.06 kWh/día
El consumo medio diario de los residenciales es el 101.86% del 60% de la producción diaria de la planta fotovoltaica.
El consumo medio diario de los industriales es el 97.10% del 40% de la producción diaria de la planta fotovoltaica.
El consumo medio diario de los perfiles residenciales es el 61.11% de la producción total estimada diaria de la planta fotovoltaica.
El consumo medio diario de los perfiles industriales es el 38.84% de la producción total estimada diaria de la planta fotovoltaica.
    
```

*Fig.5 Resultado de script en Python acerca la producción y consumo promedio diario.
Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.*



*Fig.6 Porcentaje solar de la producción de la instalación FV.
Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.*

A continuación, se presentan los porcentajes (ver figura 7) de las tres situaciones de consumo por meses:

- La sección roja representa el consumo de red, lo que indica la cantidad de energía que se toma de la red eléctrica.
- La sección verde corresponde a la autosuficiencia, lo que significa que la instalación genera suficiente energía para cubrir su propio consumo.
- La sección azul representa los excedentes, que son la energía adicional generada más allá de lo necesario para el consumo propio y que se termina vertiendo en la red.

La instalación muestra una autosuficiencia significativa durante los meses de febrero y noviembre, donde la sección verde es más grande. Los excedentes de energía son más notables en junio, con una sección azul (excedentes) considerablemente grande. Los meses de abril y diciembre tienen una mayor proporción de consumo de red (sección roja).

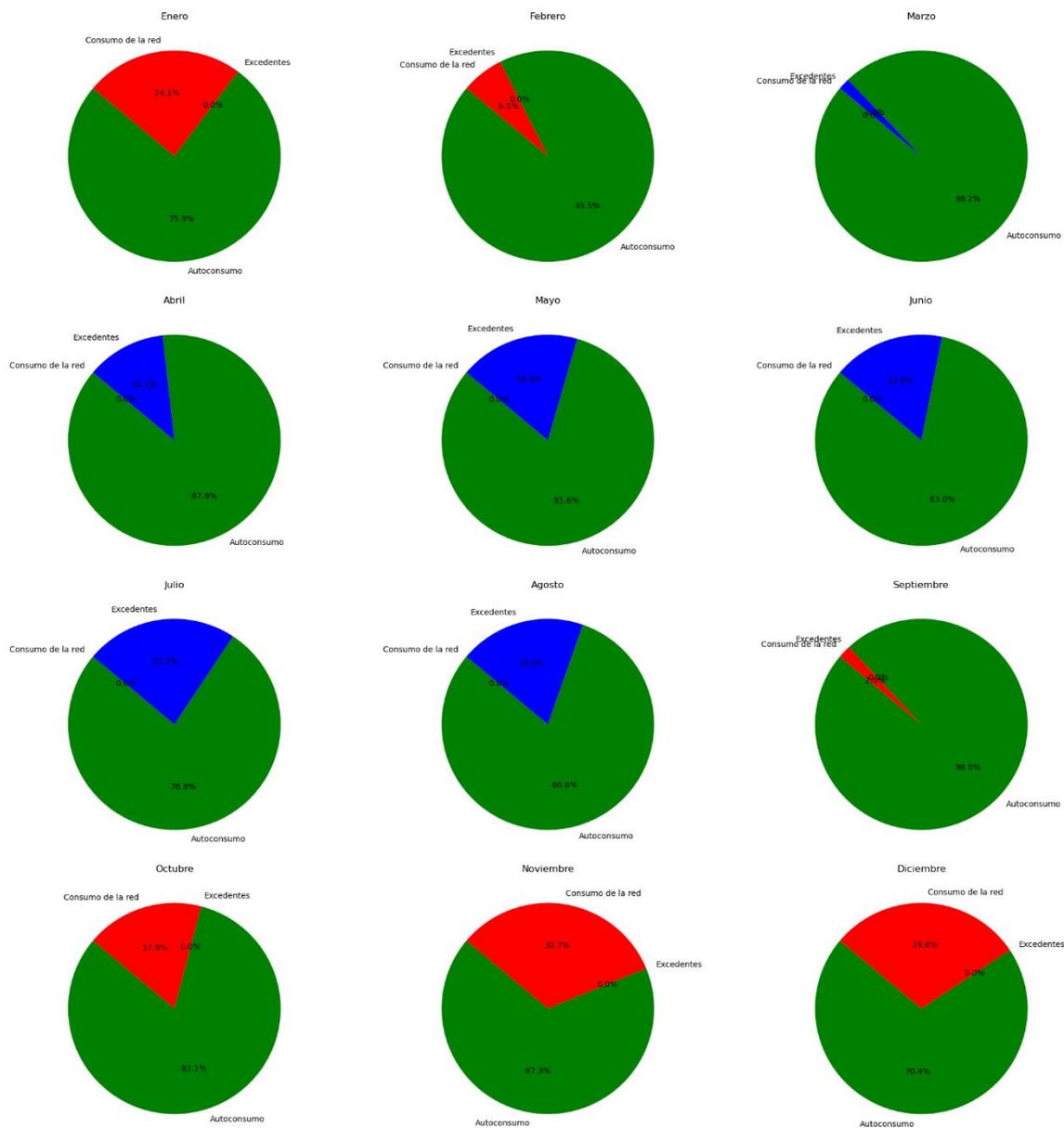


Fig.7 Porcentaje de autoconsumo, excedentes o vertidos en la red y de consumo a partir de esta para cada uno de los meses del año. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

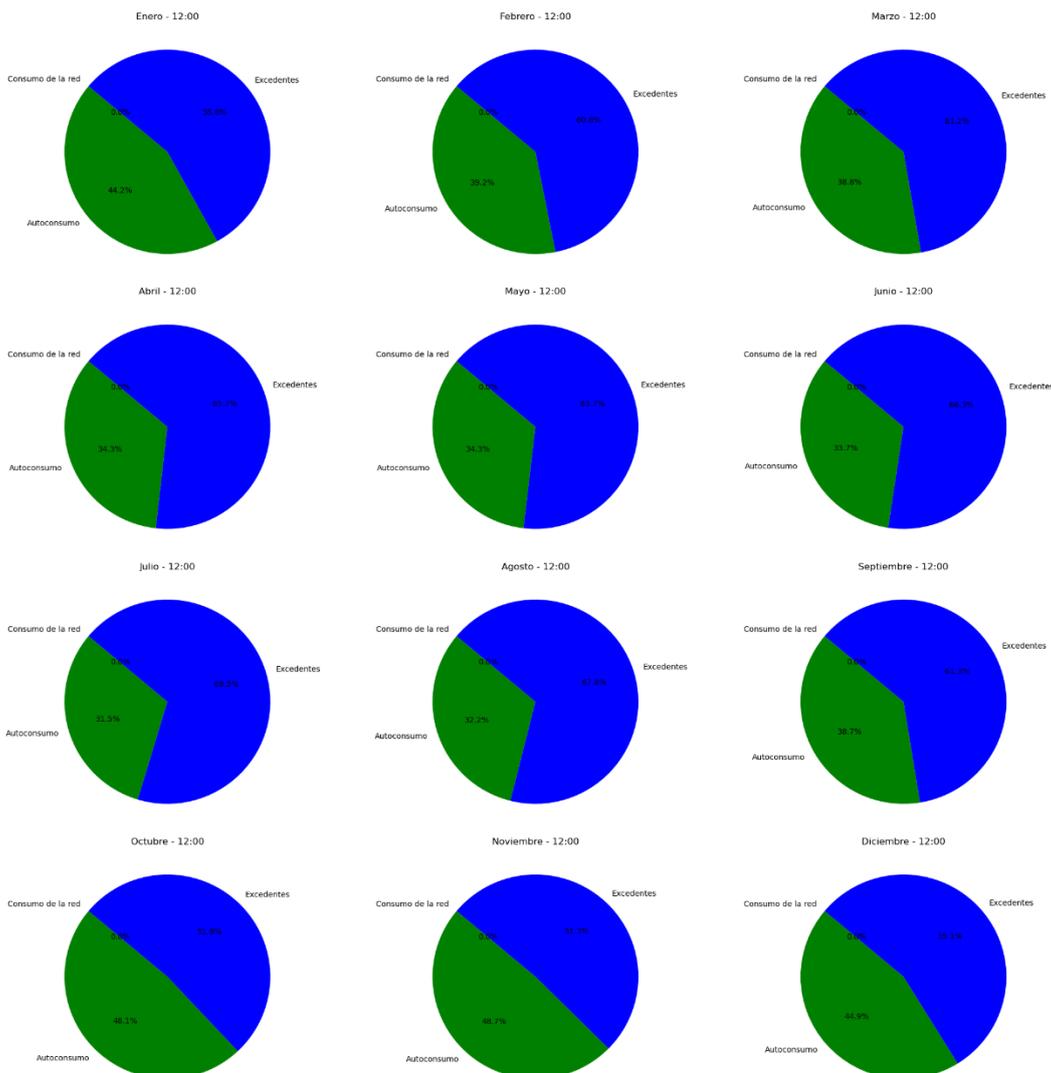
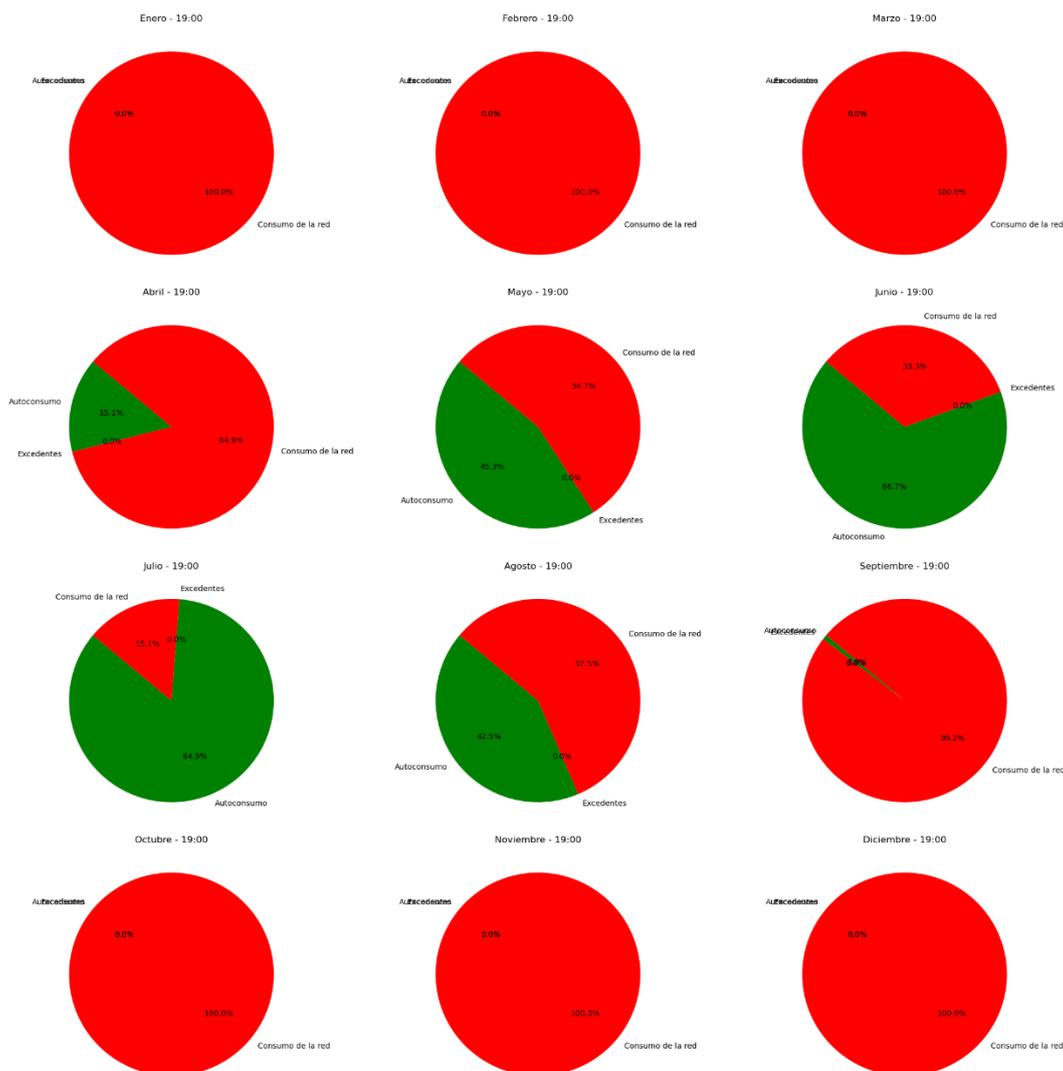


Fig.8 Porcentaje de autoconsumo, excedentes o vertidos en la red y de consumo a partir de esta para cada uno de los meses del año a las 12:00.

Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.



*Fig.9 Porcentaje de autoconsumo, excedentes o vertidos en la red y de consumo a partir de esta para cada uno de los meses del año a las 19:00.
Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.*

Se puede observar que a las 12:00 horas, cuando la irradiación solar es alta (ver figura 8), hay una notable cantidad de excedentes generados. Sin embargo, a partir de las 19:00 horas, cuando la autosuficiencia disminuye significativamente, se hace necesario recurrir a la red eléctrica (ver figura 9) salvo los meses de verano cuando los días son más largos particularmente en julio.

6.4 Protecciones y canalizaciones de la instalación FV

La instalación eléctrica FV consta de los siguientes tramos de cables:

- Strings de modulo solar-inversor
- Inversor-red eléctrica

La longitud y trazado de los tramos de cable se han elegido en función de las distancias necesarias para la conexión con la central de contadores. Se instalarán en conductos empotrados de tipo A2, con diámetros de conductos empotrados según el diámetro de sección de los conductores y la tabla 5 de ITC-BT-21.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	—
150	50	63	75	—	—
185	50	75	—	—	—
240	63	75	—	—	—

Tabla 5. Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir

Para el dimensionamiento mínimo de las canaladuras para trazados verticales, se establecerá según lo dispuesto en la tabla 1 del apartado 2 de la ITC-BT-15 (tabla 6).

Número de derivaciones	Dimensiones (m)	
	ANCHURA L (m)	
	Profundidad P = 0,15 m una fila	Profundidad P = 0,30 m dos filas
Hasta 12	0,65	0,50
13 - 24	1,25	0,65
25 - 36	1,85	0,95
36 - 48	2,45	1,35

Tabla 6. Dimensiones mínimas de la canaladura o conducto de obra de fábrica.

Los conductores para utilizar dependerán del tramo. Para este caso en la conexión del inversor a red se usará tres fases y un neutro mientras que el tramo de cable que conecta el inversor con los strings de paneles serán monofásicos. Los conductores serán de cobre en este caso, multiconductores y aislados de tipo XLPE, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) La demanda prevista por cada usuario, que será como mínimo la fijada por la RBT- 010 y cuya intensidad estará controlada por los dispositivos privados de mando y protección.

A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la tabla 1 de la ITC-BT-19 (tabla 7) y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la ITC-BT-07.

TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia

Intensidad admisible para los circuitos simples	Tabla y columna			
	Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR	
	Número de conductores			
Conductores aislados en un conducto en una pared firmemente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b
	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b
Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b
	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 7b
Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 6
Cables unipolares en contacto al aire libre (Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable)	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12
	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 11
Cables unipolares empotrados al aire libre (Distancia al suelo no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable)	G	Ver UNE-HD 60364-5-52		

XLPE: Polietileno reticulado (90 °C) EPR: Etileno-propileno (90 °C) PVC: Policloruro de vinilo (70 °C)
 Color: p₂₀ = 1/56 (1mm²/mm); Aluminio: p₂₀ = 1/35 (1mm²/mm)
 Para el cobre y el aluminio: θ = 70°C → K_θ = 1,20; θ = 90°C → K_θ = 1,28

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):
5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_θ: 1,25 para motores y 1,0 para lámparas de descarga

TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	PVC 3	PVC 2	PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3											
A1																		
A2																		
B1																		
B2																		
C																		
E																		
F																		
Sección mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Color																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	28	28	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	25	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	148
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	-	-	-	118	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	229
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	250	259	271	298	320	343
120	-	-	-	207	217	216	228	240	251	260	272	280	291	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	-	-	247	259	270	289	299	313	322	337	343	359	401	430
185	-	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	381	409	460	528
240	-	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	617
Alu. gris																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-
6	20	20	22	24	25	27	28	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	48	50	52	56	60	-
16	35	37	41	45	48	50	52	53	55	57	60	63	66	68	70	75	82	-
25	46	49	54	60	63	65	68	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	-
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	157	-
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	199	208	215	222	228	239	254	273	305
150	-	-	-	-	-	-	198	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314
185	-	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361
240	-	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427
Aislamientos termoplásticos (90°C)													Aislamientos termoplásticos (70°C)					
XLPE Polietileno reticulado													PVC Policloruro de vinilo					

Tabla 7. Tabla 52-B1 y A.52-1 bis de la UNE-HD 60364-5-52:2014.

La conexión a red se realizará mediante un contador bidireccional.

Para cada uno de los tramos restantes hemos calculado la sección, así como las canalizaciones necesarias para una determinada longitud de conductor que será de cobre acudiendo al REBT como se puede ver en el Anexo. Se instalarán en conductos empotrados de tipo A2, con los diámetros de conductos empotrados según el diámetro de sección de los conductores y la tabla 5 de ITC-BT-21 (tabla 10).

Cabe destacar que el aislamiento será de XLPE2 o polietileno reticulado para conductores monofásicos y XLPE3 para conductores trifásicos y el material empleado será de cobre. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados obtenidos

Descripción	Tipo (DC/AC)	Potencia/Udr	Udr	Potencia (W)	Tensión (V)	Aislamiento	Tipo	Sección (mm ²)	Longitud cable (m)
modulo solar string 1-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	40
modulo solar string 2-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	39
modulo solar string 3-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	38
modulo solar string 4-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	37
modulo solar string 5-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	36
modulo solar string 6-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	35
modulo solar string 7-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	34
modulo solar string 8-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	33
modulo solar string 9-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	32
modulo solar string 10-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	31
modulo solar string 11-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	30
modulo solar string 12-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	29
modulo solar string 13-inversor	continua	580	9	5220	387.99	XLEP2	A2	4	28
modulo solar string 14-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	15
modulo solar string 15-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	14
modulo solar string 16-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	13
modulo solar string 17-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	12
modulo solar string 18-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	11
modulo solar string 19-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	10
modulo solar string 20-inversor	continua	580	8	4640	344.88	XLEP2	A2	4	9
inversor-Red	alterna	100000	1	100000	400	XLEP3	A2	120	10

Tabla 8. Tabla resumen de los conductores de la instalación FV: tensión, potencia, sección del conductor, longitud de cable y caída de tensión.

Por otro lado, en el primer tramo (placa-inversor) trabajarán con corriente continua y por ende para las protecciones necesarias se utilizarán magnetotérmicos para un mejor corte de tensión. En los tramos restantes se ha trabajado en corriente alterna donde se ha usado la combinación de magnetotérmicos y diferenciales antes de acceder al equipo de medida que contará con un interruptor seccionador aguas arriba. Además, en la salida del inversor se contará con protecciones contra sobretensiones combinadas transitoria y permanentes en caso de falla en el sistema.

Descripción	Tipo (DC/AC)	I_n (A) (Corriente nominal máxima)	PC, kA
modulo solar string 1-inversor	continua	16	6
modulo solar string 2-inversor	continua	16	6
modulo solar string 3-inversor	continua	16	6
modulo solar string 4-inversor	continua	16	6
modulo solar string 5-inversor	continua	16	6
modulo solar string 6-inversor	continua	16	6
modulo solar string 7-inversor	continua	16	6
modulo solar string 8-inversor	continua	16	6
modulo solar string 9-inversor	continua	16	6
modulo solar string 10-inversor	continua	16	6
modulo solar string 11-inversor	continua	16	6
modulo solar string 12-inversor	continua	16	6
modulo solar string 13-inversor	continua	16	6
modulo solar string 14-inversor	continua	16	6
modulo solar string 15-inversor	continua	16	6
modulo solar string 16-inversor	continua	16	6
modulo solar string 17-inversor	continua	16	6
modulo solar string 18-inversor	continua	16	6
modulo solar string 19-inversor	continua	16	6
modulo solar string 20-inversor	continua	16	6
inversor-Red	alterna	200	120

Tabla 9. Corriente nominal y poder de corte de los tramos de la instalación FV.

Finalmente obtenemos los diámetros de las canalizaciones (tabla 8).

Descripción	Tipo (DC/AC)	Diametro tubo [mm]
modulo solar string 1-inversor	continua	12
modulo solar string 2-inversor	continua	12
modulo solar string 3-inversor	continua	12
modulo solar string 4-inversor	continua	12
modulo solar string 5-inversor	continua	12
modulo solar string 6-inversor	continua	12
modulo solar string 7-inversor	continua	12
modulo solar string 8-inversor	continua	12
modulo solar string 9-inversor	continua	12
modulo solar string 10-inversor	continua	12
modulo solar string 11-inversor	continua	12
modulo solar string 12-inversor	continua	12
modulo solar string 13-inversor	continua	12
modulo solar string 14-inversor	continua	12
modulo solar string 15-inversor	continua	12
modulo solar string 16-inversor	continua	12
modulo solar string 17-inversor	continua	12
modulo solar string 18-inversor	continua	12
modulo solar string 19-inversor	continua	12
modulo solar string 20-inversor	continua	12
inversor-Red	alterna	75

Tabla 10. Diámetro de las canalizaciones para cada tramo de circuito de la instalación FV

Tal y como se indica en el esquema unifilar, la instalación FV contará también con protección contra sobretensiones y todas las masas de la instalación, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a tierra.

La Caja General de Protección (CGP) es la caja que alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación. Cumplirá lo establecido en la ITC-BT-13 y en las Normas Particulares aprobadas a la empresa suministradora. Se instalará en la fachada exterior de la nave industrial, en lugar de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora. Estará lo más próxima posible a la red de distribución pública y quedando alejada o en su defecto protegida adecuadamente, de otras instalaciones tales como de agua, gas, teléfono, etc., según se indica en ITC-BT-06 y ITC-BT-07. Siguiendo la Guía Técnica de Aplicación para Instalaciones de Enlace en Baja Tensión, el nicho para alojar la CGP y la CS debe tener las siguientes dimensiones:

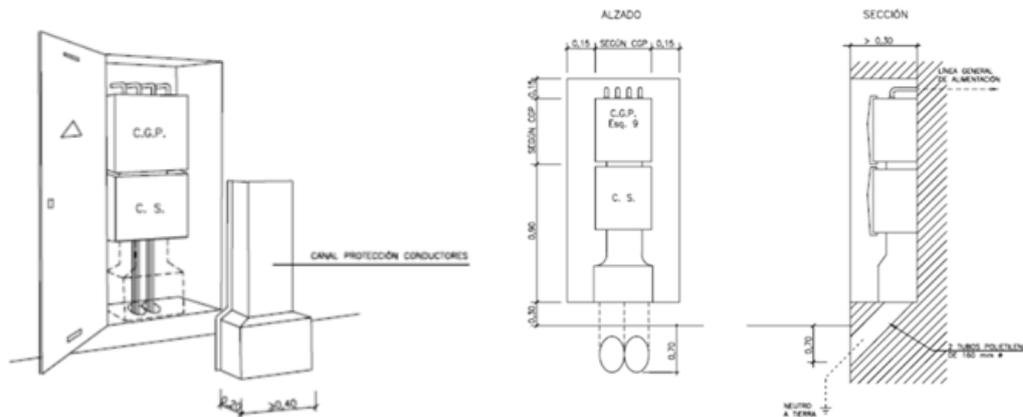


Fig. 10 Características de la CGP.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general de protección se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas. No se alojarán más de dos cajas generales de protección en el interior del mismo nicho, disponiéndose una caja por cada línea general de alimentación.

Las cajas generales de protección a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases, colocada la caja general de protección en posición de servicio, y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede, de acuerdo con el ITC-BT-26.

Las cajas generales de protección cumplirán con la Norma UNE-EN 60.439-1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la norma UNE-EN 60.439 -3, una vez instaladas tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20.324 e IK 08 según UNE-EN 50.102 y serán precintables.

Se instalarán fusibles de tipo NH, con un poder de corte de hasta 120 kA.

Las CGP, de propiedad particular, no podrán estar intercaladas en la red de distribución de EDE. Si es necesario hacer entrada-salida de la red y alimentar la CGP se colocarán dos cajas, una caja de seccionamiento (CS) con entrada-salida de red y conexión directa con la CGP del cliente y otra contigua, que es propiamente la CGP, propiedad del cliente.

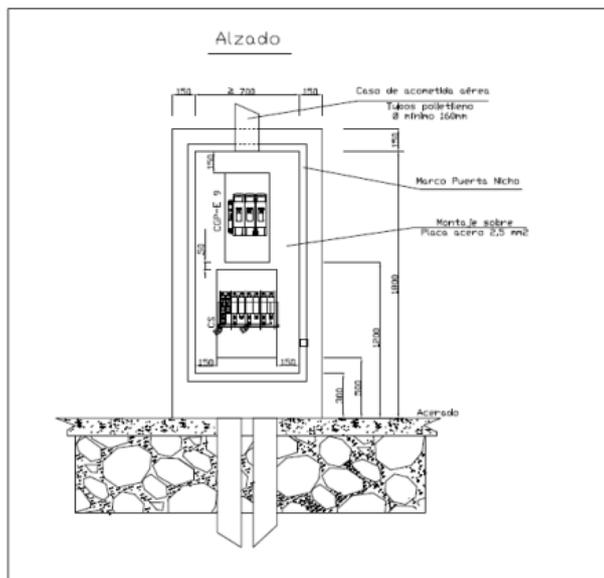


Fig. 11 Instalación CGP y CS montaje vertical. Alzado.

7 TARIFAS Y AHORROS ECONÓMICOS

Trabajaremos con la comercializadora Som Energia [1] y veremos cómo se benefician los consumidores de las tarifas por periodos que esta ofrece, las cuales son un tipo de tarifas que esta ofrece, en el que se conoce previamente el precio tanto de la potencia como de la energía, y estos no se cambian durante meses (excepto si alguna normativa legal establece alguna modificación). Se conocen como 2.0TD periodos, 3.0TD periodos, 6.1TD periodos.

7.1 Perfil doméstico

La tarifa 2.0TD está destinada a usuarios con suministro de baja tensión y una potencia contratada de hasta 15 kW, comúnmente hogares y pequeñas empresas. Esta tarifa se divide en tres periodos de energía y dos de potencia, incentivando el uso de la energía en horarios más económicos.

➤ Periodos de Energía:

- Valle: de 00:00 a 08:00 horas (el más económico).
- Llano: de 08:00 a 10:00, de 14:00 a 18:00 y de 22:00 a 00:00 horas (precio intermedio).
- Punta: de 10:00 a 14:00 y de 18:00 a 22:00 horas (el más caro).
- Los fines de semana y festivos nacionales, todas las horas son del periodo valle.

➤ Periodos de Potencia:

- Punta: de 08:00 a 24:00 horas en días laborables.
- Valle: de 00:00 a 08:00 horas y todas las horas de los fines de semana y festivos.
- Esta estructura permite a los usuarios ajustar sus consumos para ahorrar, utilizando más energía durante los periodos valle y llano.

A estos precios se les tiene que sumar los siguientes conceptos:

- Impuesto eléctrico: 5,11%.
- IGIC: 7%.
- Bono social: 0,00628154918032787 euros/día.
- Alquiler de contador: Depende en cada caso. En general, 0,81 euros/mes sin impuestos.

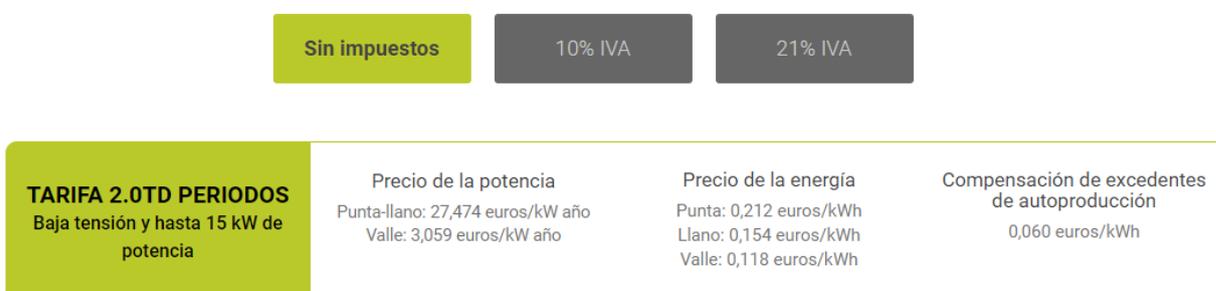


Fig. 12 Tarifa 2.0TD que ofrece Som Energía.
Fuente: Som Energía.

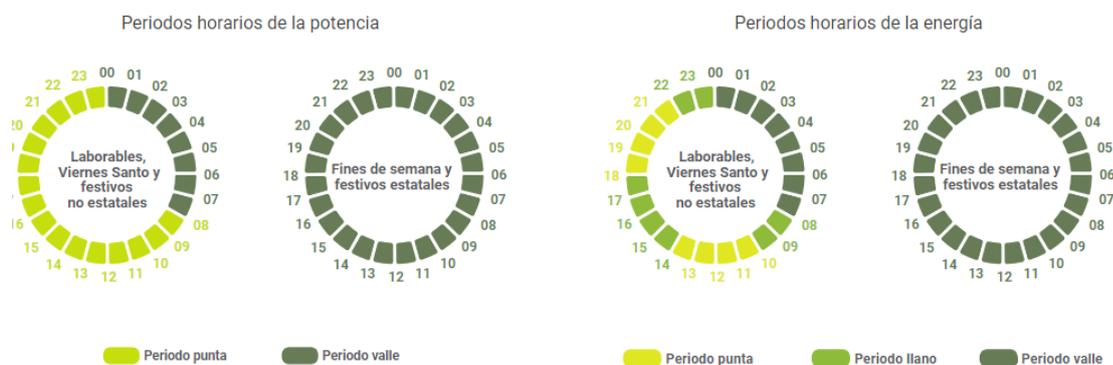


Fig. 13 Periodos horarios de la potencia y energía para la tarifa 2.0TD.
Fuente: Som Energía.

A continuación, se muestra los Costes que supone en los consumidores de perfil doméstico aplicando los conceptos mencionados anteriormente teniendo en cuenta los consumos horarios y las condiciones de la tarifa.

<i>Costes anuales (€) en término de energía para los consumidores domésticos en el caso de no disponer de la instalación FV</i>	
Residencial 1_1	576.04
Residencial 1_2	762.06
Residencial 1_3	701.39
Residencial 1_4	514.19
Residencial 1_5	544.50
Residencial 1_6	608.76
Residencial 2_1	568.71
Residencial 2_2	630.48
Residencial 2_3	692.35
Residencial 2_4	505.88
Residencial 2_5	658.63
Residencial 2_6	508.13
Residencial 3_1	571.30
Residencial 3_2	632.47
Residencial 3_3	693.48
Residencial 3_4	507.39
Residencial 3_5	600.97
Residencial 3_6	877.00
Residencial 4_1	584.38
Residencial 4_2	710.66
Residencial 4_3	520.40
Residencial 4_4	616.15
Residencial 4_5	551.74
Residencial 4_6	548.40
Residencial 5_1	519.32
Residencial 5_2	547.76
Residencial 5_3	488.50
Residencial 5_4	784.75
Residencial 5_5	518.16
Residencial 5_6	576.04

Tabla 11 Costes anuales en término de energía para los consumidores domésticos si no tuvieran acceso a la instalación FV. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

Como resultado de filtrar con código el Excel de producción FV que nos proporcionó PVGIS bajo las especificaciones de la tarifa extraemos los ahorros económicos para los usuarios de perfiles domésticos gracias a la producción anual fotovoltaica de 628.80 € por usuario si la dividimos equitativamente, lo cual es insuficiente para algunos consumidores domésticos (ver tabla 11). El saldo neto anual será la diferencia entre costes anuales (€) en término de energía

para los consumidores domésticos en el caso de no disponer de la instalación FV y la producción anual fotovoltaica, y este será negativo y grande en algunos casos.

Para solventar esta carencia se aplicarán unos coeficientes de reparto estáticos para la producción para los consumidores domésticos (ver tabla 12). Los coeficientes de reparto estáticos son valores fijos preestablecidos que determinan cómo se distribuye la energía generada entre los distintos consumidores. Estos coeficientes se consensan por los consumidores y no cambian en función de la hora del día o del nivel de producción y consumo. A lo sumo serán 1, lo cual equivale al 100% de la producción.

Consumidor	Coefficiente de reparto	Ahorro económico anual (€)	Saldos netos anuales (€)
Residencial 1_1	0.032	603.65	27.61
Residencial 1_2	0.042	792.28	30.22
Residencial 1_3	0.04	754.56	53.17
Residencial 1_4	0.027	509.33	-4.86
Residencial 1_5	0.03	565.92	21.42
Residencial 1_6	0.034	641.37	32.61
Residencial 2_1	0.032	603.65	34.94
Residencial 2_2	0.033	622.51	-7.97
Residencial 2_3	0.039	735.69	43.34
Residencial 2_4	0.032	697.96	192.08
Residencial 2_5	0.034	641.37	-17.26
Residencial 2_6	0.029	547.05	38.92
Residencial 3_1	0.03	565.92	-5.38
Residencial 3_2	0.034	641.37	8.90
Residencial 3_3	0.037	697.96	4.48
Residencial 3_4	0.032	603.65	96.26
Residencial 3_5	0.033	622.51	21.54
Residencial 3_6	0.046	867.74	-9.26
Residencial 4_1	0.032	603.65	19.27
Residencial 4_2	0.03	565.92	-31.56
Residencial 4_3	0.036	679.1	83.25
Residencial 4_4	0.032	603.65	44.09
Residencial 4_5	0.035	660.24	146.22
Residencial 4_6	0.037	697.96	-1.35
Residencial 5_1	0.029	547.05	8.87
Residencial 5_2	0.028	528.19	18.16
Residencial 5_3	0.03	565.92	20.83
Residencial 5_4	0.027	509.33	-11.33
Residencial 5_5	0.041	773.42	-8.83
Residencial 5_6	0.027	509.33	27.61

Tabla 12. Ahorro económico en término de energía para los usuarios de perfiles domésticos. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

7.2 Perfil industrial

La tarifa 3.0TD está dirigida a empresas e industrias con baja tensión y más de 15 kW de potencia contratada presenta seis periodos de energía y potencia (ver figura 13). Los periodos varían según la zona geográfica (Península, Baleares, Canarias) y el mes del año. Cada periodo tiene un precio diferente, y la potencia contratada debe seguir un criterio de potencias crecientes ($P1 \leq P2 \leq P3 \leq P4 \leq P5 \leq P6$).

	Sin impuestos	21% IVA	
TARIFA 3.0TD PERIODOS Baja tensión y más de 15 kW	Precio de la potencia	Precio de la energía	Compensación de excedentes de autoproducción
	P1: 15,713047 euros/kW año P2: 9,547036 euros/kW año P3: 4,658211 euros/kW año P4: 4,142560 euros/kW año P5: 2,285209 euros/kW año P6: 1,553638 euros/kW año	P1: 0,176 euros/kWh P2: 0,150 euros/kWh P3: 0,134 euros/kWh P4: 0,122 euros/kWh P5: 0,105 euros/kWh P6: 0,108 euros/kWh	0,060 euros/kWh

*Fig. 14 Tarifa 3.0TD que ofrece Som Energía.
Fuente Som Energía.*

A estos precios se les tiene que sumar como antes los siguientes conceptos:

- Impuesto eléctrico: 5,11%.
- IGIC: 7%.
- Bono social: 0,00628154918032787 euros/día.
- Alquiler de contador: Depende en cada caso. En general, 0,81 euros/mes sin impuestos.

ISLAS CANARIAS													
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	SÁBADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS
0-1	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1-2	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2-3	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3-4	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4-5	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5-6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6-7	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7-8	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8-9	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
9-10	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
10-11	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
11-12	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
12-13	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
13-14	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
14-15	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
15-16	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
16-17	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
17-18	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
18-19	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
19-20	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
20-21	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
21-22	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
22-23	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
23-0	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6

Fig. 15: Periodos horarios del término de potencia y de energía de la tarifa 3.0TD periodos para la zona canaria.

Ahora, procedemos a ver los costes que supone en los consumidores de perfil industrial aplicando los conceptos mencionados anteriormente teniendo en cuenta los consumos horarios y las condiciones de la tarifa.

Costes anuales (€) en término de energía para los consumidores industriales sin instalación FV	
Industrial 1_1	1119.73
Industrial 1_2	1340.24
Industrial 1_3	898.10
Industrial 1_4	720.16
Industrial 2_1	1120.69
Industrial 2_2	1339.69
Industrial 2_3	898.30
Industrial 2_4	721.00

Tabla 13 Costes anuales en término de energía para los consumidores domésticos sin instalación FV. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

Nuevamente calculamos los ahorros para el perfil industrial de acuerdo con los periodos de esta tarifa y se obtiene que distribuyendo la producción una vez más de forma equitativa, es decir, 1/8 de la producción total obtenemos un ahorro económico por usuario de 1040.58 €, lo cual una vez más se queda corto para algunos consumidores. Por ende, se vuelve a recurrir a unos coeficientes de reparto tratando de conseguir el mejor balance neto posible.

Consumidor	Coeficiente de reparto	Ahorro económico anual (€)	Saldos netos anuales (€)
Industrial 1_1	0.1375	1,141.33 €	21.60 €
Industrial 1_2	0.1625	1,348.85 €	8.61 €
Industrial 1_3	0.11	913.07 €	14.97 €
Industrial 1_4	0.09	747.05 €	26.89 €
Industrial 2_1	0.1375	1,141.33 €	20.64 €
Industrial 2_2	0.1625	1,348.85 €	9.16 €
Industrial 2_3	0.11	913.07 €	14.77 €
Industrial 2_4	0.09	747.05 €	26.05 €

Tabla 12. Ahorro económico en término de energía para los usuarios de perfiles industriales. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

En este caso se ha logrado obtener un coeficiente de reparto que diera unos saldos netos buenos ha resultado más sencillo al ser 8 consumidores únicamente en lugar de 30. Por otro lado, se puede ver una mejoría en la autosuficiencia (ver figura 14) en comparación al porcentaje de autoconsumo, excedentes o vertidos en la red y de consumo a partir de esta para cada uno de los meses del año (figura 7).

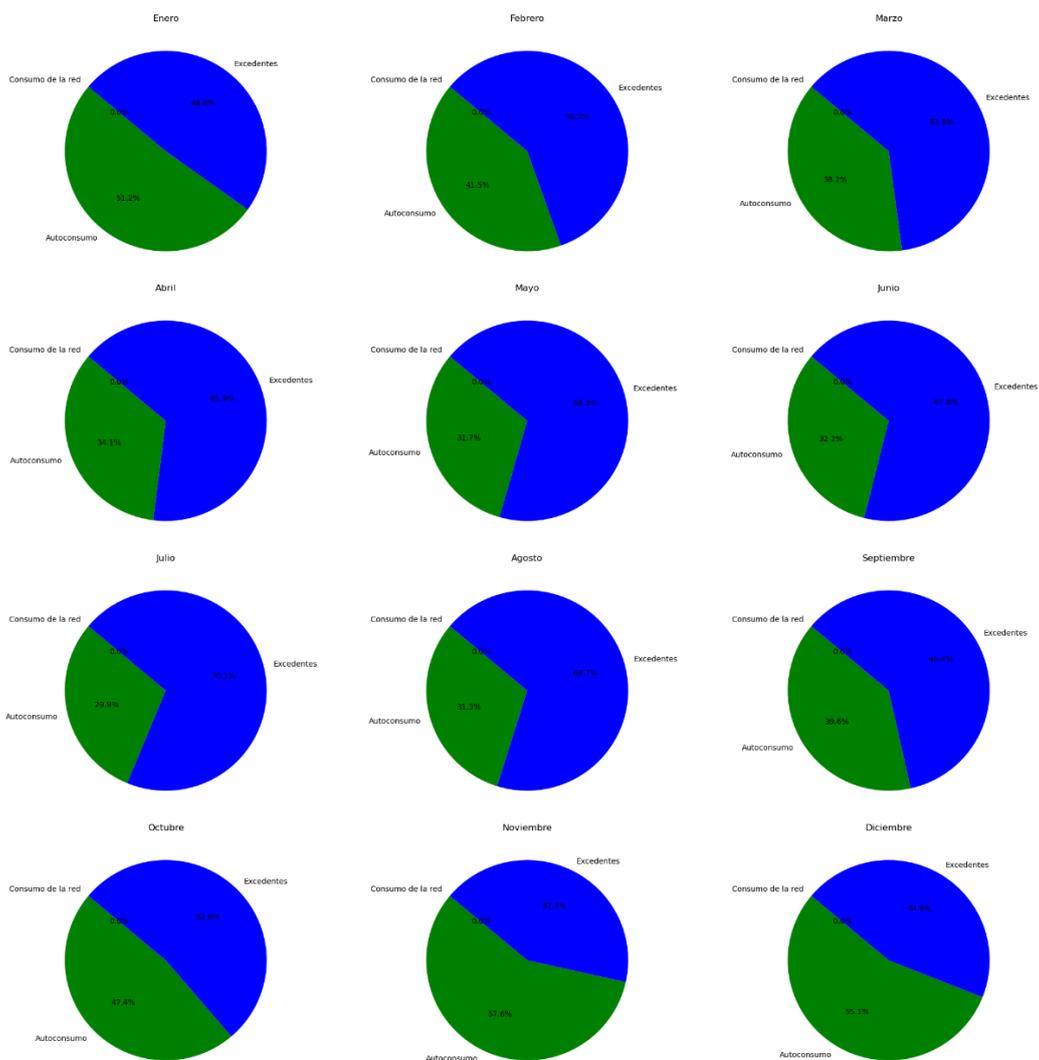


Fig.8 Porcentaje de autoconsumo, excedentes o vertidos en la red y de consumo a partir de esta para cada uno de los meses del año para los consumidores industriales empleando coeficientes de reparto estáticos. Elaboración propia usando jupyter notebook para filtrado de datos.

8 PRESUPUESTO PROYECTO.

El presupuesto ha sido realizado con el software Arquímedes de CYPE y asciende a **84.655,89€**. A continuación, se muestra un cuadro resumen:

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	66.485,42
16% Gastos Generales.....	8.643,10
6% Beneficio Industrial.....	3.989,13
PRESUPUESTO	79.117,65
7% IGIC.....	5.538,24
PRESUPUESTO + IVA	84.655,89

Suma el presente presupuesto más IGIC la cantidad de:
OCHENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS

Tabla 13. Cuadro resumen presupuesto

9 ORDEN DE PRIORIDAD DE LOS DOCUMENTOS

Aunque es el proyectista quien decide el orden de importancia de cada documento, siguiendo las recomendaciones de la norma UNE157001, el orden de prioridad será el siguiente:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

10 CONCLUSIONES

A 100-kW photovoltaic installation has been designed to feed 38 different types of consumers. It consists of 173 PV solar panels divided into 13 strings of 9 panels and 7 strings 8 of panels, in order to connect successfully with a three-phase inverter which will be situated inside the industrial building.

The electrical installation has a general electrical protection box located inside the industrial building. The section for each circuit of the electrical installation has been determined, as well as the necessary protection and the diameter of the cable duct, which uses cross-linked polyethylene cable. Additionally, overvoltage protections suitable for each plant section have been determined.

The PV production has been divided using static distribution coefficients, appropriately obtaining savings for consumers who demand a larger amount of energy instead of dividing proportionally. This makes the PV installation more self-sufficient and increases the amount of savings on the bill for consumers as a result.

According to the budget, we can conclude that the project meets the quality/price requirements. Moreover, it will help to pollute less and set a good example for society by reducing CO2 emissions among other improvements.



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Máster en Ingeniería Industrial



ANEXOS

2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

TUTOR

Julián Monedero Andrés

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I: Cálculos de dimensionamiento y protecciones de una instalación fotovoltaica

1.1 Determinación de la distribución de los paneles FV

1.2 Determinación de canalizaciones y protección para la instalación FV

1.3 Tarifas para los consumidores

Anexo II: Cálculos usando Jupyter Notebook

Anexo III: Estudio básico de seguridad y salud

Anexo IV: Fichas técnicas

Anexo V: Gestión de residuos

Anexo I: Cálculos de dimensionamiento y protecciones de una instalación fotovoltaica

Para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica y el posterior estudio de las canalizaciones y protecciones utilicé la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) y desarrollé la información generada en una hoja de Excel.

1.1 Determinación de la distribución de los paneles FV

En primer lugar, calculamos la potencia de pico de la instalación FV:

$$P_{inst} = 173 \cdot 580 W_p = 100340 W_p = 100.34 kW_p$$

Ahora ya podemos saber los datos de producción tuve en cuenta la potencia pico de los 173 paneles junto a la ubicación del inmueble, el ángulo de inclinación y azimut del panel solar en PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) obteniendo las gráficas Producción de energía horaria del sistema FV (Fig.1). Cabe destacar que el resto de los parámetros se dejaron predefinidos por el programando, destacando por un lado la opción de horizonte calculado para las sombras ya que donde está ubicado el inmueble no tiene edificios colindantes muy próximos y las pérdidas del sistema que las deje como un 14%. (Fig.11)

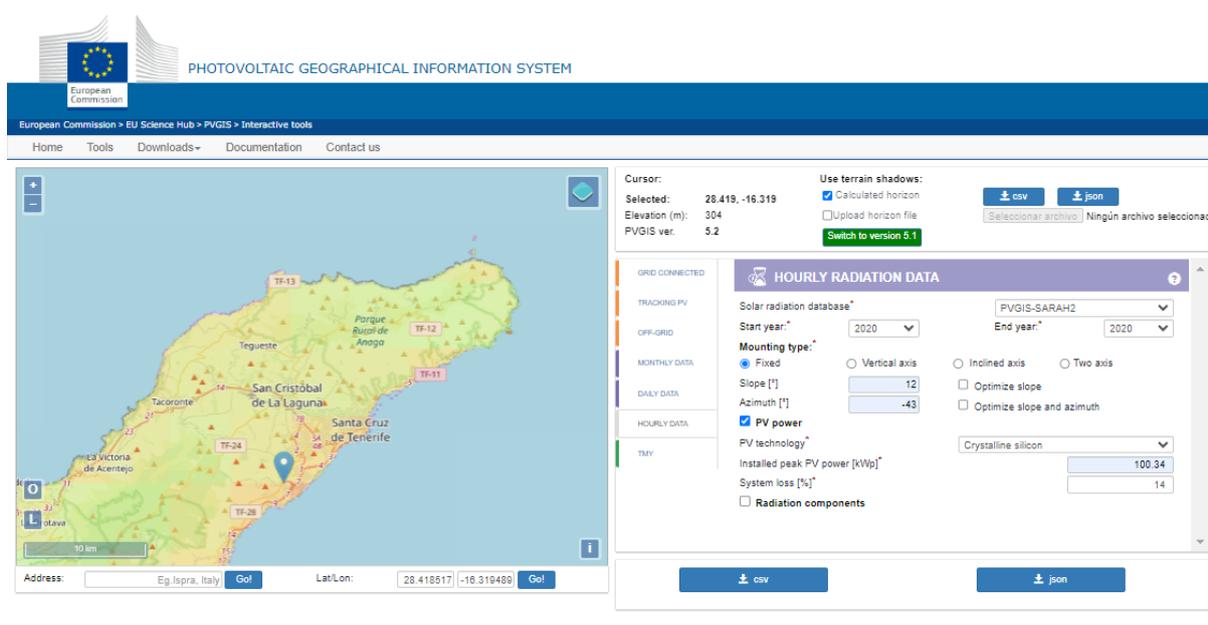


Fig.1 Datos ingresados en la herramienta de PVGIS para el dimensionamiento de la instalación FV

Para saber cuántos módulos fotovoltaicos pondremos en serie tendremos que ver datos en las fichas técnicas del inversor y de los paneles (tabla 1 y 2).

Especificaciones del Inversor	
Número de MPP trackers	10
Máximo número de entradas por MPP tracker	2
Máximo número de entradas totales	20
Voltaje máximo de entrada	1100 V
Voltaje de arranque	200 V
Rango de voltaje de operación del MPPT	200 V - 1000 V
Máxima corriente por MPPT	30 A
Máxima corriente por entrada	20 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A

Tabla 1 Especificaciones de la ficha técnica del inversor Huawei SUN2000-100KTL-M2.

Especificaciones del módulo fotovoltaico	
Potencia de pico	580 Wp
Voc (STC)	51.3 °C
Tcelula (STC)	25 °C
Irradiancia perpendicular (STC)	1000 W/m ²
AM	1.5
NOCT	41 °C
Tcelula (NOCT)	20°C
Irradiancia perpendicular (NOCT)	800 W/m ²
viento	1 m/s
α	+0.043%/°C
β	-0.25%/°C

Tabla 2 Especificaciones de la ficha técnica del módulo fotovoltaico ASTRO N5 CHSM72N(DG)/F-BH-580Wp.

$$\text{Número de entradas} = 10 \cdot 2 = 20$$

La temperatura más baja registrada en Santa Cruz de Tenerife ha sido 3,2°C (28-1-1961) y se alcanzó en Tenerife los 44,3°C en verano de 2021.

$$T_C = T_{amb} + G \cdot \frac{(NOCT - T_{celula}(NOCT))}{800} \rightarrow T_C = T_{min} = T_{amb} + 0 = 3.2 \text{ °C}$$

$$V_{oc} = V_{oc}(STC) \cdot [1 - \beta \cdot (T_c - 25)] = 51.3 \cdot \left[1 - \left(\frac{0.25}{100}\right) \cdot (3.2 - 25)\right] = 54 \text{ V}$$

$$T_c = 44.3 + 1000 \cdot \frac{(41-20)}{800} = 70.55 \text{ °C}$$

$$V_{oc} = 51.3 \cdot \left[1 - \left(\frac{0.25}{100}\right) \cdot (70.55 - 25)\right] = 45.5 \text{ V}$$

Número máximo de módulos en serie (strings): $\frac{1100 \text{ V}}{45.5 \text{ V}} = 24.18$ módulos, redondeando hacia abajo se pueden tener hasta 24 módulos en serie.

Número mínimo de módulos en serie para arrancar el inversor: $\frac{200 \text{ V}}{45.5 \text{ V}} = 4.39$ módulos, por lo tanto, se necesitan al menos 5 módulos en serie.

Para la temperatura máxima histórica:

$$I_{sc} = I_{sc}(STC) \cdot [1 - \alpha \cdot (25 - T_c)] = 14.28 \cdot \left[1 - \left(\frac{0.043}{100}\right) \cdot (25 - 70.55)\right] = 14.55 \text{ A} < 40 \text{ A}$$

Dado que tenemos 173 módulos y un máximo de 20 entradas, intentemos distribuir los módulos de manera que optimice el uso del inversor y minimice los módulos sueltos.

$$\text{Modulo FV por string} = \frac{173}{20} = 8.65 \cong 9$$

Consideremos una combinación que totalicen 173 módulos de forma equilibrada:

- Módulos en 13 strings de 9 módulos: $13 \cdot 9 = 117$ módulos
- Módulos en 7 strings de 8 módulos: $7 \cdot 8 = 56$ módulos

$$\text{Módulos: } 117 + 56 = 173 \text{ módulos}$$

Por ende, consideramos:

- 13 strings de 9 módulos (13 entradas)
- 7 strings de 8 módulos (7 entradas)

De esta manera, utilizamos todas las 20 entradas disponibles en el inversor y no dejamos ningún módulo suelto.

- String de 9 módulos (13 entradas):
 - Voc del string (9 módulos): $51.3 \text{ V} \cdot 9 = 461.7 \text{ V}$ (dentro del rango permitido por el inversor, que es hasta 1100 V)
 - Voltaje de arranque del string: $51.3 \text{ V} \cdot 4 = 205.2 \text{ V}$ (cumple con el mínimo de 200 V requerido para arranque)
 - Cumple con el rango de operación del MPPT (200 V a 1000 V).

- String de 8 módulos (7 entradas):
 - Voc del string (8 módulos): $51.3 \text{ V} \cdot 8 = 410.4 \text{ V}$ (dentro del rango permitido por el inversor)
 - Voltaje de arranque del string: $51.3 \text{ V} \cdot 4 = 205.2 \text{ V}$ (cumple con el mínimo de 200 V requerido para arranque)
 - Cumple con el rango de operación del MPPT (200 V a 1000 V).

Por lo tanto, según los cálculos:

- Los strings propuestos cumplen con el voltaje en circuito abierto (Voc) permitido por el inversor, que es hasta 1100 V.
- Cumplen con el voltaje de arranque mínimo requerido de 200 V.
- Están dentro del rango de operación del MPPT del inversor (200 V a 1000 V).
- Validación de la Configuración:
 - Cada string cumple con el voltaje de arranque y el rango de voltaje MPPT del inversor.
 - El número total de módulos es exactamente 173.
 - Se utilizan las 20 entradas del inversor eficientemente.

1.2 Determinación de canalizaciones y protección para la instalación FV

Tenemos que estudiar utilizando las instrucciones del REBT para los siguientes tramos:

- Strings de modulo solar-inversor
- Inversor-red eléctrica

La intensidad que circula se obtiene de la expresión:

$$\text{Trifásico} \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

$$\text{Monofásico} \rightarrow I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Trabajamos con corriente continua en el primer tramo (Strings de modulo solar-inversor):

- Para corriente continua $I = \frac{P}{V}$
- Para corriente alterna $I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$

donde:

- P Potencia de cálculo de la línea (W)
- Tensión (V).
- Cos φ : Factor de potencia de la instalación (Considerando 0'85 para conectar con la red en la instalación fotovoltaica).

Para la instalación FV utilizaremos el modo A2: Cables multiconductores aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes y el material será cobre para todos los tramos-

Para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida podemos aplicar las fórmulas simplificadas siguientes:

$$\text{Trifásico} \rightarrow S = \frac{c \cdot \rho_{\theta} \cdot P \cdot L}{\Delta U_m \cdot U_1}$$

$$\text{Monofásico} \rightarrow S = \frac{c \cdot \rho_{\theta} \cdot P \cdot L}{\Delta U_m \cdot U_1}$$

donde:

- S: Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible en mm².
- C: Incremento de la resistencia en alterna (podemos tomar c=1,02).
- ρ_θ: Resistividad del conductor a temperatura máxima prevista para el conductor (Ω*mm²/m).
- P: Potencia activa prevista para la línea, en vatios.
- L: Longitud de la línea en m.
- ΔU_{III}: caída de tensión máxima admisible en líneas trifásicas.
- ΔU_I: caída de tensión máxima admisible en líneas monofásicas.

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha(\theta - 20))$$

Material	ρ ₂₀ (Ω*mm ² /m)	ρ ₄₀ (Ω*mm ² /m)	ρ ₇₀ (Ω*mm ² /m)	ρ ₉₀ (Ω*mm ² /m)	α (°C ⁻¹)
Cobre	0,0176	0,0190	0,0210	0,0224	0,00392

Tabla 3. Resistividad para cobre a diferentes temperaturas

Una vez obtenida una sección de cable, se procede a calcular la temperatura de trabajo del conductor en las condiciones del suministro. Con ella se determina, posteriormente, la nueva conductividad del conductor y se verifica la caída de tensión.

La temperatura se calcula como:

$$T = T_o + \Delta T_{m\acute{a}x} \left(\frac{I}{I_{m\acute{a}x}} \right)^2$$

Donde:

- T_0 : Temperatura de referencia del cable.
- $\Delta T_{\text{máx}} = T - T_0$, siendo T 90°C en termoestables y 70°C en termoplásticos.
- I: Intensidad de trabajo del conductor.
- $I_{\text{máx}}$: Corriente máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación.

Para la obtención de los valores máximos de corriente según el tipo de instalación se recurre a la norma UNE 20460-5-52 y la ITC-BT-19 del REBT.

Descripción	Tipo (DC/AC)	Longitud cable (m)	T_0 (°C)	T (°C)	$\Delta T_{\text{máx}}$ (°C)	Temp (°C)
modulo solar string 1-inversor	continua	40	40	70	30	46.93
modulo solar string 2-inversor	continua	39	40	70	30	46.93
modulo solar string 3-inversor	continua	38	40	70	30	46.93
modulo solar string 4-inversor	continua	37	40	70	30	46.93
modulo solar string 5-inversor	continua	36	40	70	30	46.93
modulo solar string 6-inversor	continua	35	40	70	30	46.93
modulo solar string 7-inversor	continua	34	40	70	30	46.93
modulo solar string 8-inversor	continua	33	40	70	30	46.93
modulo solar string 9-inversor	continua	32	40	70	30	46.93
modulo solar string 10-inversor	continua	31	40	70	30	46.93
modulo solar string 11-inversor	continua	30	40	70	30	46.93
modulo solar string 12-inversor	continua	29	40	70	30	46.93
modulo solar string 13-inversor	continua	28	40	70	30	46.93
modulo solar string 14-inversor	continua	15	40	70	30	46.93
modulo solar string 15-inversor	continua	14	40	70	30	46.93
modulo solar string 16-inversor	continua	13	40	70	30	46.93
modulo solar string 17-inversor	continua	12	40	70	30	46.93
modulo solar string 18-inversor	continua	11	40	70	30	46.93
modulo solar string 19-inversor	continua	10	40	70	30	46.93
modulo solar string 20-inversor	continua	9	40	70	30	46.93
inversor-Red	alterna	10	40	90	50	70.62

Tabla 4. Temperatura para cada sección de cable.

También podemos comprobar que la caída de tensión es admisible para una sección dada, para lo cual se determina su valor en % mediante la expresión:

$$\text{Trifásico} \rightarrow e(\%) = \frac{2 \cdot P \cdot L}{C \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$$

$$\text{Monofásico} \rightarrow e(\%) = \frac{2 \cdot P \cdot L}{C \cdot S \cdot V^2} \cdot 100$$

donde:

- L: Longitud más desfavorable de la línea.
- P: Potencia instalada.
- C: Conductividad del cable.
- S: Sección del conductor en mm²
- V: Tensión: 230V para suministros monofásicos, 400V para trifásicos.

Los valores de la conductividad se pueden tomar de la siguiente tabla:

Material	C ₂₀	C ₄₀	C ₇₀	C ₉₀
Cobre	56	52	48	44
Aluminio	35	32	30	28
temperatura	20°C	40°C	70°C	90°C

Tabla 5. Valores de conductividad

Descripción	Tipo (DC/AC)	Potencia (W)	U _d	Potencia (W)	Tensión	I _b (A) (Intensidad de diseño)	I _c (A) (Corriente máxima en caso de cortocircuito)	Longitud cable (m)	ΔV(%)
modulo solar string 1-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	40	0,90%
modulo solar string 2-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	39	0,88%
modulo solar string 3-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	38	0,85%
modulo solar string 4-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	37	0,83%
modulo solar string 5-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	36	0,81%
modulo solar string 6-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	35	0,79%
modulo solar string 7-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	34	0,76%
modulo solar string 8-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	33	0,74%
modulo solar string 9-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	32	0,72%
modulo solar string 10-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	31	0,70%
modulo solar string 11-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	30	0,67%
modulo solar string 12-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	29	0,65%
modulo solar string 13-inversor	continua	580	9	5220	387,99	13,45	28	28	0,63%
modulo solar string 14-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	15	0,38%
modulo solar string 15-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	14	0,35%
modulo solar string 16-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	13	0,33%
modulo solar string 17-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	12	0,30%
modulo solar string 18-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	11	0,28%
modulo solar string 19-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	10	0,25%
modulo solar string 20-inversor	continua	580	8	4640	344,88	13,45	28	9	0,23%
inversor-Red	alterna	100000	1	100000	400	169,81	217	10	0,17%

Tabla 6. Caída de tensión para cada tramo de cable de la instalación FV.

Se calculará según lo dispuesto en la norma UNE-20460.

Para determinar la corriente máxima de cortocircuito que atraviesa un determinado conductor en el caso más desfavorable, es decir, un cortocircuito entre neutro y fase, se aplica la siguiente fórmula simplificada:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

siendo

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.
- U Tensión de alimentación fase-neutro (230V).
- R Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Una vez establecida la corriente de trabajo del conductor y el valor máximo admisible del mismo en las condiciones de instalación, se calcula la corriente de cortocircuito máxima y se dimensionan las protecciones de modo que se cumpla que:

$$I_b < I_n < I_z$$

Donde:

- I_b : Corriente de trabajo del conductor.
- I_n : Intensidad de activación de la protección.
- I_z : Valor máximo de corriente admisible por el conductor.

Cumpléndose además que el Poder de Corte del interruptor de protección sea mayor a la corriente máxima de cortocircuito del circuito de estudio.

Descripción	Tipo (DC/AC)	I_n (A) (Corriente nominal máxima)	PC, kA	$I_{b \leq I_n \leq I_z}$	$R_{min}(m)$	I_{cc} , kA	PC _{cc}
modulo solar string 1-inversor	continua	16	6	Si	0.2594	1.20	Si
modulo solar string 2-inversor	continua	16	6	Si	0.2529	1.23	Si
modulo solar string 3-inversor	continua	16	6	Si	0.2464	1.26	Si
modulo solar string 4-inversor	continua	16	6	Si	0.2400	1.29	Si
modulo solar string 5-inversor	continua	16	6	Si	0.2335	1.33	Si
modulo solar string 6-inversor	continua	16	6	Si	0.2270	1.37	Si
modulo solar string 7-inversor	continua	16	6	Si	0.2205	1.41	Si
modulo solar string 8-inversor	continua	16	6	Si	0.2140	1.45	Si
modulo solar string 9-inversor	continua	16	6	Si	0.2075	1.50	Si
modulo solar string 10-inversor	continua	16	6	Si	0.2010	1.54	Si
modulo solar string 11-inversor	continua	16	6	Si	0.1946	1.60	Si
modulo solar string 12-inversor	continua	16	6	Si	0.1881	1.65	Si
modulo solar string 13-inversor	continua	16	6	Si	0.1816	1.71	Si
modulo solar string 14-inversor	continua	16	6	Si	0.0973	2.84	Si
modulo solar string 15-inversor	continua	16	6	Si	0.0908	3.04	Si
modulo solar string 16-inversor	continua	16	6	Si	0.0843	3.27	Si
modulo solar string 17-inversor	continua	16	6	Si	0.0778	3.55	Si
modulo solar string 18-inversor	continua	16	6	Si	0.0713	3.87	Si
modulo solar string 19-inversor	continua	16	6	Si	0.0649	4.25	Si
modulo solar string 20-inversor	continua	16	6	Si	0.0584	4.73	Si
inversor-Red	alterna	200	120	Si	0.0028	115.39	Si

Tabla 7. Corriente nominal y poder de corte de los fusibles, magnetotérmicos y diferenciales.

Siguiendo lo dispuesto en la Tabla 2 de la ITC-BT-21, se elegirá el diámetro exterior de la canalización en función del número de conductores y la sección de estos, como se muestra en la tabla a continuación.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	—
185	50	63	75	—	—
240	50	75	—	—	—

Tabla 8: Diámetros mínimos de las canalizaciones.

Para determinar el conductor de protección se procede a verificar lo dispuesto en la Tabla 2 de la ITC-BT-19, que indica los diferentes criterios para la selección del conductor de tierra según la sección de los conductores de fase.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	$S^{(*)}$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

(*) Con un mínimo de:

- 2,5 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.
- 4 mm² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.

Tabla 10: Sección mínima de los conductores de protección.

Por último, en la tabla 11 también se puede revisar el diámetro de las canalizaciones para cada tramo.

Descripción	Diametro tubo [mm]
modulo solar string 1-inversor	12
modulo solar string 2-inversor	12
modulo solar string 3-inversor	12
modulo solar string 4-inversor	12
modulo solar string 5-inversor	12
modulo solar string 6-inversor	12
modulo solar string 7-inversor	12
modulo solar string 8-inversor	12
modulo solar string 9-inversor	12
modulo solar string 10-inversor	12
modulo solar string 11-inversor	12
modulo solar string 12-inversor	12
modulo solar string 13-inversor	12
modulo solar string 14-inversor	12
modulo solar string 15-inversor	12
modulo solar string 16-inversor	12
modulo solar string 17-inversor	12
modulo solar string 18-inversor	12
modulo solar string 19-inversor	12
modulo solar string 20-inversor	12
inversor-Red	75

Tabla 11. Diámetro de las canalizaciones para cada tramo de circuito de la instalación FV

1.3 Tarifas para los consumidores

El término de potencia en la factura de electricidad se refiere a la cantidad que un consumidor paga por la potencia contratada, independientemente de su consumo real de energía. Esta cantidad se basa en el precio por kW contratado y se factura generalmente de forma mensual.

Calculamos el término para una potencia contratada para cada tipo de tarifa que ofrece Som Energia:

- Tarifa 2.0 TD periodos:

$$\text{Precio punta y llano: } 27.474 \frac{\text{€}}{\text{kW año}}$$

$$\text{Precio valle: } 3.059 \frac{\text{€}}{\text{kW año}}$$

Si consideramos que la potencia contratada para cada uno de los periodos es:

Potencia en periodo punta: 3 kW

Potencia en periodo llano: 4 kW

Potencia en periodo valle: 5 kW

$$\text{Costo anual} = 3kW \cdot 27.474 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}} + 5kW \cdot 3.059 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}} + 4kW \cdot 27.474 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}} = 207.613 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{207.613 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{12 \text{ meses}} = 17.30 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

Se tienen los siguientes cargos adicionales:

- Costo anual del bono social = $0.00628154918032787 \frac{\text{€}}{\text{día}} \cdot 365 \text{ días} = 2.29 \frac{\text{€}}{\text{año}}$
- Costo anual del alquiler de contador = $0.81 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \cdot 12 \text{ meses} = 9.72 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

$$\text{Costo anual} = 219.623 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Aplicando el Impuesto Eléctrico:

$$\text{Costo anual} = 219.623 \frac{\text{€}}{\text{año}} \cdot 1.0511 = 231.845 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Aplicando el IGIC:

$$\text{Costo anual} = 231.845 \frac{\text{€}}{\text{año}} \cdot 1.07 = 248.074 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{248.074 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{12 \text{ meses}} = 20.67 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

➤ Tarifa 3.0 TD periodos:

Si consideramos que la potencia contratada para cada uno de los periodos es:

Potencia en periodo 1: 50 kW

Potencia en periodo 2: 45 kW

Potencia en periodo 3: 40 kW

Potencia en periodo 4: 35 kW

Potencia en periodo 5: 30 kW

Potencia en periodo 6: 25 kW

Y los precios por kW anual son:

$$P1 = 15.713047 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}}$$

$$P2 = 9.547036 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}}$$

$$P3 = 4.658211 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}}$$

$$P4 = 4.142560 \frac{\text{€}}{kW \text{ año}}$$

$$P5 = 2.285209 \frac{\text{€}}{\text{kW año}}$$

$$P6 = 1.553638 \frac{\text{€}}{\text{kW año}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Costo anual} &= 50\text{kW} \cdot 15.713047 \frac{\text{€}}{\text{kW año}} + 45\text{kW} \cdot 9.547036 \frac{\text{€}}{\text{kW año}} + 40\text{kW} \\
 &\quad \cdot 4.658211 \frac{\text{€}}{\text{kW año}} + 30\text{kW} \cdot 4.142560 \frac{\text{€}}{\text{kW año}} + 25\text{kW} \\
 &\quad \cdot 2.285209 \frac{\text{€}}{\text{kW año}} = 1655.98423 \frac{\text{€}}{\text{año}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{1655.98423 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{12 \text{ meses}} = 138 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

Se tienen los siguientes cargos adicionales:

- Costo anual del bono social = $0.00628154918032787 \frac{\text{€}}{\text{día}} \cdot 365 \text{ días} = 2.29 \frac{\text{€}}{\text{año}}$
- Costo anual del alquiler de contador = $0.81 \frac{\text{€}}{\text{mes}} \cdot 12 \text{ meses} = 9.72 \frac{\text{€}}{\text{año}}$

$$\text{Costo anual} = 1667.99 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Aplicando el Impuesto Eléctrico:

$$\text{Costo anual} = 1667.99 \frac{\text{€}}{\text{año}} \cdot 1.0511 = 1753.22 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Aplicando el IGIC:

$$\text{Costo anual} = 1753.22 \frac{\text{€}}{\text{año}} \cdot 1.07 = 1875.95 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{1875.95 \frac{\text{€}}{\text{año}}}{12 \text{ meses}} = 156.33 \frac{\text{€}}{\text{mes}}$$

Anexo II: Cálculos usando Jupyter Notebook

Para hacer determinados cálculos con los Excel de consumo y de producción otorgado por PVGIS y graficar datos de interés se ha optado por utilizar Jupyter Notebook donde se ha trabajado con Python.

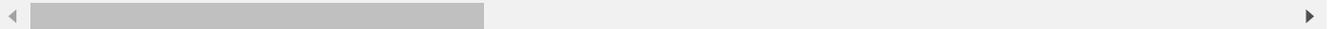
Cargamos los datos

```
In [12]: import pandas as pd
# Ruta del archivo excel
file_path = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'
# Cargamos el archivo Excel
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='Hoja1')
# Mostramos las primeras filas para entender la estructura
df.head()
```

Out[12]:

	Unnamed: 0	Unnamed: 1	364.99980597555975	364.9999971144238	366.28345061194375	364.9999995256289
0	Fecha	Hora	Residencial 1	Residencial 2	Residencial 3	Residencial 4
1	NaN	NaN	Familia con niños en edad escolar	Familia con bebés o niños en edad preescolar	Hogar con una o dos persona	Pensionados o trabajadores desde casa
2	2019-01-01 00:00:00	0	0.023846	0.032623	0.029908	0.028333
3	2019-01-01 00:00:00	1	0.023846	0.032623	0.029908	0.028333
4	2019-01-01 00:00:00	2	0.023846	0.032623	0.029908	0.028333

5 rows × 50 columns



Estadísticas de los residenciales

```
In [13]: # Ruta del archivo excel
file_path = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos el archivo Excel desde La fila 2 para obtener Los nombres de Las columnas
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='Hoja1', header=1)

# Seleccionamos Las columnas desde M (Residencial1_1) hasta AP (Residencial5_6)
# y Los datos a partir de La fila 4 (index 3)
df_residenciales = df.iloc[3:, 12:42]

# Los nombres de Las columnas vienen de La fila 2, que ya hemos establecido como encabezado
# Ahora, vamos a asegurarnos de que Los nombres de Las columnas estén en el formato correcto
# Solo La primera letra en mayúscula, como 'Residencial1_1'
df_residenciales.columns = [col.capitalize() for col in df_residenciales.columns]

# Creamos un diccionario vacío para almacenar Las estadísticas
estadisticas = {}

# Calculamos Las estadísticas descriptivas para cada residencial y añadimos al diccionario
for i in range(1, 6):
    for j in range(1, 7):
        clave = f'Residencial {i}_{j}'
        estadisticas[clave] = df_residenciales[clave].describe()

# Convertimos Las estadísticas a un DataFrame para una mejor visualización
df_estadisticas = pd.DataFrame(estadisticas)

# Cambiamos el formato de Los números a flotante con comas como separador decimal
df_estadisticas = df_estadisticas.applymap(lambda x: f'{x:,.6f}'.replace('.', ','))

# Imprimimos Las estadísticas
print(df_estadisticas)
```

	Residencial 1_1	Residencial 1_2	Residencial 1_3	Residencial 1_4	\
count	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	
mean	0,374768	0,499245	0,458289	0,332859	
std	0,134834	0,179592	0,165167	0,119312	
min	0,160959	0,214612	0,196727	0,143074	
25%	0,244657	0,323348	0,297873	0,217473	
50%	0,384425	0,514108	0,472084	0,341711	
75%	0,479482	0,639274	0,587773	0,425760	
max	0,730152	0,973537	0,892408	0,649024	

	Residencial 1_5	Residencial 1_6	Residencial 2_1	Residencial 2_2	\
count	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	
mean	0,354434	0,395181	0,375071	0,416284	
std	0,127239	0,142205	0,108012	0,120373	
min	0,152017	0,169901	0,218183	0,242426	
25%	0,229038	0,258249	0,292483	0,324981	
50%	0,365357	0,407183	0,351786	0,388218	
75%	0,454848	0,508371	0,443516	0,489700	
max	0,689588	0,770716	0,720635	0,800705	

	Residencial 2_3	Residencial 2_4	...	Residencial 4_3	Residencial 4_4	\
count	8,758,000000	8,758,000000	...	8,758,000000	8,758,000000	
mean	0,459686	0,332842	...	0,457784	0,333738	
std	0,132765	0,096474	...	0,236556	0,173456	
min	0,266668	0,193941	...	0,233745	0,169996	
25%	0,358857	0,258587	...	0,299193	0,217595	
50%	0,430629	0,310575	...	0,358409	0,260661	
75%	0,543900	0,392148	...	0,543788	0,395265	
max	0,880776	0,640564	...	1,195786	0,869662	

	Residencial 4_5	Residencial 4_6	Residencial 5_1	Residencial 5_2	\
count	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	
mean	0,396421	0,354537	0,374701	0,354852	
std	0,206735	0,184167	0,132659	0,125756	
min	0,201870	0,180621	0,154431	0,145852	
25%	0,258394	0,231195	0,252836	0,240407	
50%	0,309090	0,276952	0,374548	0,353054	
75%	0,469377	0,420200	0,480927	0,456138	
max	1,032724	0,924016	0,687925	0,649707	

	Residencial 5_3	Residencial 5_4	Residencial 5_5	Residencial 5_6
count	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000	8,758,000000
mean	0,374062	0,333310	0,541049	0,353654
std	0,133476	0,118358	0,192131	0,125387
min	0,154431	0,137272	0,223067	0,145852
25%	0,252026	0,225126	0,364667	0,238567
50%	0,372167	0,330815	0,537979	0,351491
75%	0,479536	0,427588	0,694113	0,452856
max	0,687925	0,611489	0,993669	0,649707

[8 rows x 30 columns]

```
In [23]: import pandas as pd

# Ruta del archivo Excel
file_path = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos el archivo Excel desde la fila 2 para obtener los nombres de las columnas
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='Hoja1', header=1)

# Seleccionamos las columnas desde AQ (Industrial1_1) hasta AV (Industrial2_4)
# y los datos a partir de la fila 4 (index 3)
df_industriales = df.iloc[3:, 42:50]

# Los nombres de las columnas vienen de la fila 2, que ya hemos establecido como encabezado
# Aseguramos que los nombres de las columnas estén en el formato correcto
# Solo la primera letra en mayúscula, como 'Industrial1_1'
df_industriales.columns = [col.capitalize() for col in df_industriales.columns]

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores no numéricos a NaN
df_industriales = df_industriales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Creamos un diccionario vacío para almacenar las estadísticas
estadisticas_industriales = {}

# Calculamos las estadísticas descriptivas para cada columna industrial y añadimos al diccionario
for col in df_industriales.columns:
    estadisticas_industriales[col] = df_industriales[col].describe()

# Convertimos las estadísticas a un DataFrame para una mejor visualización
df_estadisticas_industriales = pd.DataFrame(estadisticas_industriales)

# Cambiamos el formato de los números a flotante con comas como separador decimal
df_estadisticas_industriales = df_estadisticas_industriales.applymap(lambda x: f'{x:.2f}')

# Imprimimos las estadísticas
print(df_estadisticas_industriales)
```

	Industrial 1_1	Industrial 1_2	Industrial 1_3	Industrial 1_4
count	8758,000000	8758,000000	8758,000000	8758,000000
mean	1,042143	1,254342	0,832817	0,665026
std	0,352685	0,422017	0,279178	0,222735
min	0,447644	0,537173	0,358115	0,286492
25%	0,728168	0,879936	0,585164	0,468634
50%	1,042545	1,252308	0,833554	0,663399
75%	1,312156	1,577573	1,048444	0,833939
max	1,939032	2,326838	1,551226	1,240980

	Industrial 2_1	Industrial 2_2	Industrial 2_3	Industrial 2_4
count	8758,000000	8758,000000	8758,000000	8758,000000
mean	1,044070	1,252010	0,834581	0,666120
std	0,444661	0,532834	0,356078	0,283792
min	0,357375	0,428850	0,285900	0,228720
25%	0,677220	0,813943	0,542780	0,430116
50%	0,996646	1,194296	0,794524	0,640124
75%	1,340463	1,602112	1,076430	0,853656
max	2,345925	2,815110	1,876740	1,501392

Graficamos el consumo promedio diario de todos los residenciales

```

In [24]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# Ruta del archivo excel
file_path = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos el archivo Excel desde la fila 2 para obtener Los nombres de Las columnas
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='Hoja1', header=1)

# Seleccionamos las columnas desde M (Residencial1_1) hasta AP (Residencial5_6)
# y los datos a partir de la fila 4 (index 3) para residenciales
df_residenciales = df.iloc[3:, 12:42]

# Los nombres de las columnas vienen de la fila 2, que ya hemos establecido como encabezados
# Ahora, vamos a asegurarnos de que los nombres de las columnas estén en el formato correcto
# Solo la primera letra en mayúscula, como 'Residencial1_1'
df_residenciales.columns = [col.capitalize() for col in df_residenciales.columns]

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores no numéricos a NaN
df_residenciales = df_residenciales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Calculamos la media por hora para cada columna residencial
# Asumiendo que cada fila representa una hora, agrupamos por hora del día (cada 24 filas)
df_media_por_hora_residencial = df_residenciales.groupby(df_residenciales.index % 24).mean()

# Seleccionamos las columnas desde AQ (Industrial1_1) hasta AV (Industrial2_4)
# y los datos a partir de la fila 4 (index 3) para industriales
df_industriales = df.iloc[3:, 42:50]

# Los nombres de las columnas vienen de la fila 2, que ya hemos establecido como encabezados
# Ahora, vamos a asegurarnos de que los nombres de las columnas estén en el formato correcto
# Solo la primera letra en mayúscula, como 'Industrial1_1'
df_industriales.columns = [col.capitalize() for col in df_industriales.columns]

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores no numéricos a NaN
df_industriales = df_industriales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Calculamos la media por hora para cada columna industrial
# Asumiendo que cada fila representa una hora, agrupamos por hora del día (cada 24 filas)
df_media_por_hora_industrial = df_industriales.groupby(df_industriales.index % 24).mean()

# Creamos una figura con subplots para residenciales y un subplot adicional para industriales
fig, axs = plt.subplots(2, 1, figsize=(15, 12), sharex=True)

# Graficamos los perfiles residenciales en el primer subplot
for col in df_media_por_hora_residencial.columns:
    sns.lineplot(ax=axs[0], x=df_media_por_hora_residencial.index, y=df_media_por_hora_residencial[col])

axs[0].set_title('Perfiles de Consumo Promedio Diario por Residencial')
axs[0].set_ylabel('Consumo Medio (kWh)')
axs[0].legend(loc='upper right')

# Graficamos los perfiles industriales en el segundo subplot
for col in df_media_por_hora_industrial.columns:
    sns.lineplot(ax=axs[1], x=df_media_por_hora_industrial.index, y=df_media_por_hora_industrial[col])

axs[1].set_title('Perfiles de Consumo Promedio Diario por Industrial')
axs[1].set_xlabel('Hora del Día')
axs[1].set_ylabel('Consumo Medio (kWh)')
axs[1].legend(loc='upper right')

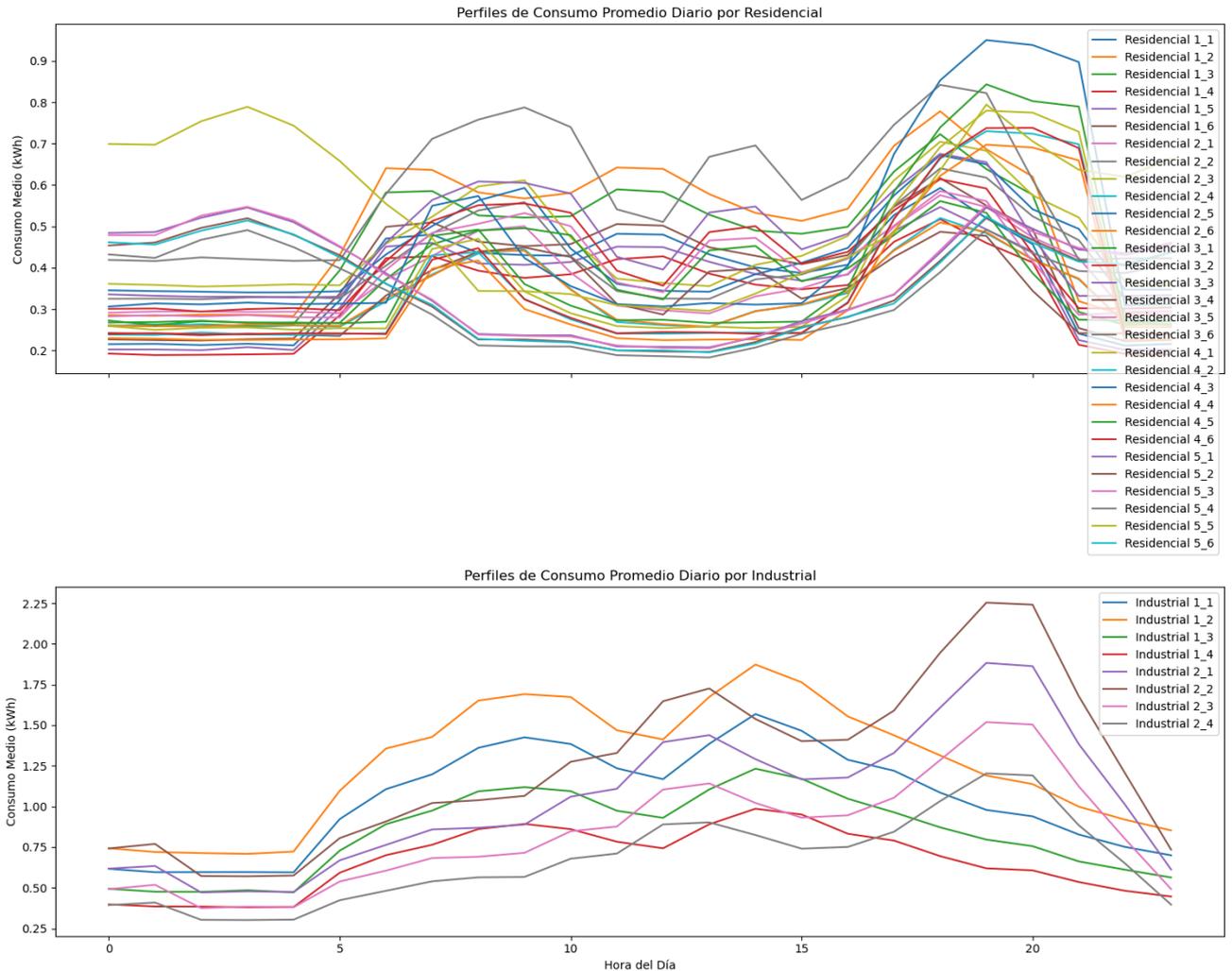
plt.tight_layout()

```

```
plt.show()
```

C:\Users\barre\anaconda3\lib\site-packages\scipy__init__.py:155: UserWarning: A NumPy version $\geq 1.18.5$ and $< 1.25.0$ is required for this version of SciPy (detected version 1.26.2

```
warnings.warn(f"A NumPy version  $\geq$ {np_minversion} and  $<$ {np_maxversion}")
```



Graficamos el consumo promedio diario por residencial para un mejor analisis de los resultados

```

In [25]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

# Ruta del archivo excel
file_path = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos el archivo Excel desde la fila 2 para obtener Los nombres de Las columnas
df = pd.read_excel(file_path, sheet_name='Hoja1', header=1)

# Seleccionamos las columnas desde M (Residencial1_1) hasta AP (Residencial5_6)
# y los datos a partir de la fila 4 (index 3) para residenciales
df_residenciales = df.iloc[3:, 12:42]

# Los nombres de las columnas vienen de la fila 2, que ya hemos establecido como encabezado
# Ahora, vamos a asegurarnos de que los nombres de las columnas estén en el formato correcto
# Solo la primera letra en mayúscula, como 'Residencial1_1'
df_residenciales.columns = [col.capitalize() for col in df_residenciales.columns]

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores no numéricos a NaN
df_residenciales = df_residenciales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Calculamos el promedio por hora para cada columna residencial
# Reorganizamos el DataFrame para que cada 24 filas representen un día
# y luego calculamos el promedio para cada hora a lo largo de todos los días
df_promedio_por_hora_residencial = df_residenciales.groupby(df_residenciales.index % 24).mean()

# Seleccionamos las columnas desde AQ (Industrial1_1) hasta AV (Industrial2_4)
# y los datos a partir de la fila 4 (index 3) para industriales
df_industriales = df.iloc[3:, 42:50]

# Los nombres de las columnas vienen de la fila 2, que ya hemos establecido como encabezado
# Ahora, vamos a asegurarnos de que los nombres de las columnas estén en el formato correcto
# Solo la primera letra en mayúscula, como 'Industrial1_1'
df_industriales.columns = [col.capitalize() for col in df_industriales.columns]

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores no numéricos a NaN
df_industriales = df_industriales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Calculamos el promedio por hora para cada columna industrial
# Reorganizamos el DataFrame para que cada 24 filas representen un día
# y luego calculamos el promedio para cada hora a lo largo de todos los días
df_promedio_por_hora_industrial = df_industriales.groupby(df_industriales.index % 24).mean()

# Creamos una figura con subplots para los grupos residenciales y un nuevo subplot para los industriales
fig, axs = plt.subplots(6, 1, figsize=(15, 30), sharex=True)

# Graficamos los perfiles residenciales
for i in range(5):
    grupo = i + 1
    cols_residenciales = [f'Residencial {grupo}_{j+1}' for j in range(6)]
    for col in cols_residenciales:
        sns.lineplot(ax=axs[i], x=df_promedio_por_hora_residencial.index, y=df_promedio_por_hora_residencial[col])

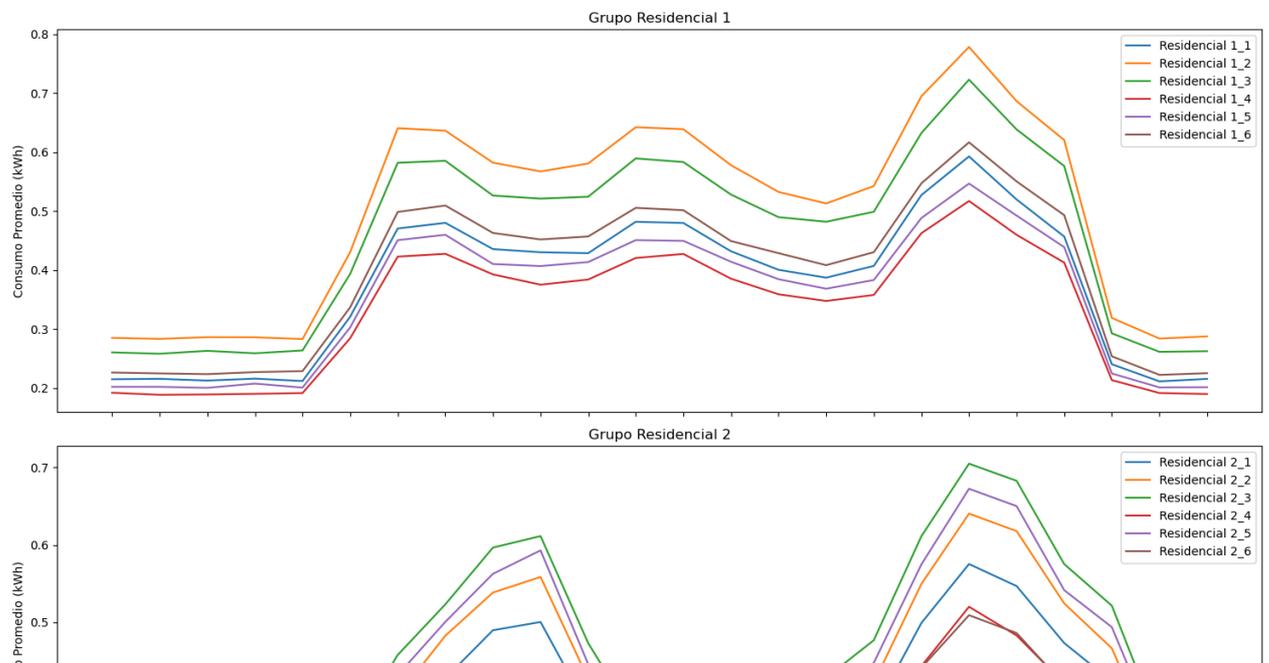
    axs[i].set_title(f'Grupo Residencial {grupo}')
    axs[i].set_ylabel('Consumo Promedio (kWh)')
    axs[i].legend(loc='upper right')
    axs[i].set_xticks(range(24))

# Graficamos los perfiles industriales en el último subplot
cols_industriales = df_promedio_por_hora_industrial.columns
for col in cols_industriales:
    sns.lineplot(ax=axs[5], x=df_promedio_por_hora_industrial.index, y=df_promedio_por_hora_industrial[col])

```

```
axs[5].set_title('Perfiles Industriales')
axs[5].set_xlabel('Hora del Día')
axs[5].set_ylabel('Consumo Promedio (kWh)')
axs[5].legend(loc='upper right')
axs[5].set_xticks(range(24))
```

```
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Promedio diario de consumo de energía en kWh para cada residencial con filtrado de los datos

In [63]: `import pandas as pd`

```
# Asumimos que 'df' es el DataFrame original que contiene todas las columnas

# Filtramos las columnas residenciales y las industriales
df_residenciales = df.filter(like='Residencial')
df_industriales = df[['Industrial 1_1', 'Industrial 1_2', 'Industrial 1_3', 'Industri

# Calculamos la suma total anual por residencial e industrial
suma_anual_por_residencial = df_residenciales.sum()
suma_anual_por_industrial = df_industriales.sum()

# Calculamos el promedio diario por residencial e industrial (asumiendo 365 días al a
promedio_diario_por_residencial = suma_anual_por_residencial / 365
promedio_diario_por_industrial = suma_anual_por_industrial / 365

# Creamos DataFrames para visualizar los promedios diarios
df_promedio_diario_residencial = pd.DataFrame(promedio_diario_por_residencial, column
df_promedio_diario_industrial = pd.DataFrame(promedio_diario_por_industrial, columns=

# Imprimimos los resultados
print("Promedio diario por residencial:")
print(df_promedio_diario_residencial)
print("\nPromedio diario por industrial:")
print(df_promedio_diario_industrial)
```

Promedio diario por residencial:

	kWh/día
Residencial 1_1	8.982466
Residencial 1_2	12.009950
Residencial 1_3	10.999954
Residencial 1_4	7.988288
Residencial 1_5	8.518089
Residencial 1_6	9.493187
Residencial 2_1	9.011074
Residencial 2_2	9.972113
Residencial 2_3	10.998989
Residencial 2_4	8.012924
Residencial 2_5	10.508094
Residencial 2_6	8.007429
Residencial 3_1	9.007492
Residencial 3_2	9.993671
Residencial 3_3	10.988504
Residencial 3_4	8.007902
Residencial 3_5	9.496866
Residencial 3_6	13.987990
Residencial 4_1	9.000576
Residencial 4_2	8.493255
Residencial 4_3	10.984470
Residencial 4_4	7.987937
Residencial 4_5	9.489374
Residencial 4_6	8.513378
Residencial 5_1	9.003059
Residencial 5_2	8.516471
Residencial 5_3	8.994115
Residencial 5_4	7.996241
Residencial 5_5	12.999532
Residencial 5_6	8.501652

Promedio diario por industrial:

	kWh/día
Industrial 1_1	25.067374
Industrial 1_2	29.927964
Industrial 1_3	19.998923
Industrial 1_4	16.002652
Industrial 2_1	25.029306
Industrial 2_2	30.018454
Industrial 2_3	20.015029
Industrial 2_4	15.995831

C:\Users\barre\AppData\Local\Temp\ipykernel_9920\2816505587.py:10: FutureWarning: Dropping of nuisance columns in DataFrame reductions (with 'numeric_only=None') is deprecated; in a future version this will raise TypeError. Select only valid columns before calling the reduction.

```
suma_anual_por_residencial = df_residenciales.sum()
```

Consumo promedio diario de los residenciales sin filtrar ligeramnete superior al 60% de la la producción de la instalación

```

In [6]: # Datos de consumo diario por residencial en kWh/día (filtrados)
consumo_residenciales_filtrados = {
    'Residencial 1_1': 8.982466,
    'Residencial 1_2': 12.009950,
    'Residencial 1_3': 10.999954,
    'Residencial 1_4': 7.988288,
    'Residencial 1_5': 8.518089,
    'Residencial 1_6': 9.493187,
    'Residencial 2_1': 9.011074,
    'Residencial 2_2': 9.972113,
    'Residencial 2_3': 10.998989,
    'Residencial 2_4': 8.012924,
    'Residencial 2_5': 10.508094,
    'Residencial 2_6': 8.007429,
    'Residencial 3_1': 9.007492,
    'Residencial 3_2': 9.993671,
    'Residencial 3_3': 10.988504,
    'Residencial 3_4': 8.007902,
    'Residencial 3_5': 9.496866,
    'Residencial 3_6': 13.987990,
    'Residencial 4_1': 9.000576,
    'Residencial 4_2': 8.493255,
    'Residencial 4_3': 10.984470,
    'Residencial 4_4': 7.987937,
    'Residencial 4_5': 9.489374,
    'Residencial 4_6': 8.513378,
    'Residencial 5_1': 9.003059,
    'Residencial 5_2': 8.516471,
    'Residencial 5_3': 8.994115,
    'Residencial 5_4': 7.996241,
    'Residencial 5_5': 12.999532,
    'Residencial 5_6': 8.501652
}

# Datos de consumo diario por industrial en kWh/día (filtrados)
consumo_industriales_filtrados = {
    'Industrial 1_1': 25.067374,
    'Industrial 1_2': 29.927964,
    'Industrial 1_3': 19.998923,
    'Industrial 1_4': 16.002652,
    'Industrial 2_1': 25.029306,
    'Industrial 2_2': 30.018454,
    'Industrial 2_3': 20.015029,
    'Industrial 2_4': 15.995831
}

# Sumamos el consumo diario de todos los residenciales e industriales filtrados
consumo_total_diario_residencial = sum(consumo_residenciales_filtrados.values())
consumo_total_diario_industrial = sum(consumo_industriales_filtrados.values())

# Estimamos la producción media diaria en kWh estimada de la planta fotovoltaica usando
produccion_anual_pv = 171090.6615 # en kWh
produccion_diaria_pv = produccion_anual_pv / 365 # en kWh/día

# Calculamos el 60% y el 40% de la producción diaria de la planta fotovoltaica
produccion_60_por_ciento_pv = produccion_diaria_pv * 0.6
produccion_40_por_ciento_pv = produccion_diaria_pv * 0.4

# Calculamos el porcentaje del consumo total diario residencial con respecto al 60% de
porcentaje_consumo_residencial_vs_produccion_60 = (consumo_total_diario_residencial /

# Calculamos el porcentaje del consumo total diario industrial con respecto al 40% de
porcentaje_consumo_industrial_vs_produccion_40 = (consumo_total_diario_industrial / p

```

```

# Calculamos el porcentaje del consumo total diario residencial con respecto a la pro
porcentaje_consumo_residencial_vs_produccion_total = (consumo_total_diario_residencia

# Calculamos el porcentaje del consumo total diario industrial con respecto a la prod
porcentaje_consumo_industrial_vs_produccion_total = (consumo_total_diario_industrial

# Imprimimos los resultados
print(f'Producción diaria promedio: {produccion_diaria_pv:.3f} kWh/día')
print(f'60% de la producción diaria de la planta fotovoltaica: {produccion_60_por_cie
print(f'40% de la producción diaria de la planta fotovoltaica: {produccion_40_por_cie
print(f'Consumo medio diario de los residenciales: {consumo_total_diario_residencial
print(f'Consumo medio diario de los industriales: {consumo_total_diario_industrial:.2
print(f'El consumo medio diario de los residenciales es el {porcentaje_consumo_reside
print(f'El consumo medio diario de los industriales es el {porcentaje_consumo_industr
print(f'El consumo medio diario de los perfiles residenciales es el {porcentaje_cons
print(f'El consumo medio diario de los perfiles industriales es el {porcentaje_consum

```

```

Producción diaria promedio: 468.742 kWh/día
60% de la producción diaria de la planta fotovoltaica: 281.24 kWh/día
40% de la producción diaria de la planta fotovoltaica: 187.50 kWh/día
Consumo medio diario de los residenciales: 286.47 kWh/día
Consumo medio diario de los industriales: 182.06 kWh/día
El consumo medio diario de los residenciales es el 101.86% del 60% de la producción
diaria de la planta fotovoltaica.
El consumo medio diario de los industriales es el 97.10% del 40% de la producción di
aria de la planta fotovoltaica.
El consumo medio diario de los perfiles residenciales es el 61.11% de la producción
total estimada diaria de la planta fotovoltaica.
El consumo medio diario de los perfiles industriales es el 38.84% de la producción t
otal estimada diaria de la planta fotovoltaica.

```

Resultados PVGIS

```

In [34]: consumo_total_diario = 468.53 # en kWh, consumo total diario de Los residenciales
# Calculamos el ahorro energético
ahorro_energetico_diario = produccion_diaria_promedio - consumo_total_diario_residenc

# Imprimimos los resultados
print(f'Producción diaria promedio estimada por PVGIS: {produccion_diaria_promedio:.2
print(f'Consumo total diario de los residenciales: {consumo_total_diario_residencial:
print(f'Ahorro energético medio diario: {ahorro_energetico_diario:.2f} kWh/día')

```

```

Producción diaria promedio estimada por PVGIS: 281.24 kWh/día
Consumo total diario de los residenciales: 286.47 kWh/día
Ahorro energético medio diario: -5.22 kWh/día

```

Ahorro Económico Diario y Anual

```

In [29]: import pandas as pd
from datetime import datetime

# Ruta de Los archivos Excel
file_path1 = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Días festivos para el año 2019 en formato "dd/mm/yyyy"
festivos = [
    '01/01/2019', '06/01/2019', '09/04/2019', '10/04/2019',
    '01/05/2019', '15/08/2019', '12/10/2019', '01/11/2019',
    '06/12/2019', '08/12/2019', '25/12/2019'
]

# Convertir fechas festivas a objetos datetime
festivos = [datetime.strptime(fecha, '%d/%m/%Y').date() for fecha in festivos]

# Cargamos el archivo Excel desde la fila 2 para obtener Los nombres de Las columnas
df = pd.read_excel(file_path1, sheet_name='Hoja1', header=1)

# Seleccionamos las columnas desde M (Residencial1_1) hasta AP (Residencial5_6) y Los
df_residenciales = df.iloc[3:, 12:42]

# Los nombres de Las columnas vienen de la fila 2, que ya hemos establecido como encabezado
# Ahora, vamos a asegurarnos de que Los nombres de Las columnas estén en el formato correcto
df_residenciales.columns = [col.capitalize() for col in df_residenciales.columns]

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores no numéricos a NaN
df_residenciales = df_residenciales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Cargamos la columna de fechas
df_residenciales['Fecha'] = pd.read_excel(file_path1, sheet_name='Hoja1', usecols='A')

# Convertimos las fechas a formato datetime
df_residenciales['Fecha'] = pd.to_datetime(df_residenciales['Fecha'], format='%d/%m/%Y')

# Añadimos una columna de hora al DataFrame original
df_residenciales['Hora'] = df_residenciales.index % 24

# Función para determinar si una fecha es festivo o fin de semana
def es_festivo_o_fin_de_semana(fecha):
    return fecha.date() in festivos or fecha.weekday() >= 5

# Función para determinar el periodo
def determinar_periodo(hora, es_festivo):
    if es_festivo:
        return 'valle' # Todos Los periodos son valle en festivos
    elif 10 <= hora < 14 or 18 <= hora < 22:
        return 'punta'
    elif 8 <= hora < 10 or 14 <= hora < 18 or 22 <= hora < 24:
        return 'llano'
    else:
        return 'valle'

# Añadimos una columna de festivo al DataFrame
df_residenciales['Es_festivo'] = df_residenciales['Fecha'].apply(es_festivo_o_fin_de_semana)

# Añadimos una columna de periodo al DataFrame
df_residenciales['Periodo'] = df_residenciales.apply(lambda row: determinar_periodo(row['Hora'], row['Es_festivo']), axis=1)

# Definimos los costos de energía por periodo
costo_energia = {'punta': 0.212, 'llano': 0.154, 'valle': 0.118}

# Inicializamos lista para almacenar los resultados

```

```

resultados = []

# Calculamos el costo económico diario por cada perfil de usuario
for col in df_residenciales.columns[:-4]: # Excluir las últimas 4 columnas (Fecha, H
df_residenciales[col + '_Costo'] = df_residenciales.apply(
    lambda row: row[col] * costo_energia[row['Periodo']], axis=1)

# Calculamos el costo mensual
costo_mensual = df_residenciales.groupby(df_residenciales['Fecha']).dt.to_period('

# Calculamos el costo anual
costo_anual = df_residenciales[col + '_Costo'].sum()

# Aplicamos impuestos
costo_anual_con_impuestos = costo_anual * (1 + 0.0511) * (1 + 0.07)

# Añadimos el costo del bono social y el alquiler del contador
costo_anual_con_impuestos += (0.00628154918032787 * 365) + (0.81 * 12)

# Calculamos el costo diario medio anual
costo_diario_medio_anual = costo_anual_con_impuestos / 365

# Agregamos resultados a la lista de resultados
resultados.append({
    'Residencial': col,
    'Costo diario medio anual': costo_diario_medio_anual,
    'Costo anual total por usuario': costo_anual_con_impuestos,
    'Costo mensual medio por usuario': costo_anual_con_impuestos / 12
})

# Convertimos la lista de resultados a un DataFrame
resultados_df = pd.DataFrame(resultados)

# Imprimimos resultados
print("Resultados para cada residencial:")
print(resultados_df)

```

C:\Users\barre\AppData\Local\Temp\ipykernel_8944\4221597283.py:31: FutureWarning: The squeeze argument has been deprecated and will be removed in a future version. Append .squeeze("columns") to the call to squeeze.

```

df_residenciales['Fecha'] = pd.read_excel(file_path1, sheet_name='Hoja1', usecols='A', skiprows=3, header=None, squeeze=True)

```

Resultados para cada residencial:

	Residencial	Costo diario medio anual	Costo anual total por usuario \
0	Residencial 1_1	1.578195	576.041128
1	Residencial 1_2	2.087837	762.060391
2	Residencial 1_3	1.921617	701.390067
3	Residencial 1_4	1.408735	514.188449
4	Residencial 1_5	1.491794	544.504909
5	Residencial 1_6	1.667849	608.764848
6	Residencial 2_1	1.558100	568.706354
7	Residencial 2_2	1.727339	630.478682
8	Residencial 2_3	1.896855	692.351963
9	Residencial 2_4	1.385965	505.877208
10	Residencial 2_5	1.804478	658.634406
11	Residencial 2_6	1.392147	508.133530
12	Residencial 3_1	1.565207	571.300435
13	Residencial 3_2	1.732803	632.473139
14	Residencial 3_3	1.899933	693.475646
15	Residencial 3_4	1.390122	507.394554
16	Residencial 3_5	1.646494	600.970171
17	Residencial 3_6	2.402748	877.002895
18	Residencial 4_1	1.601045	584.381290
19	Residencial 4_2	1.514693	552.862991
20	Residencial 4_3	1.947025	710.664159
21	Residencial 4_4	1.425750	520.398710
22	Residencial 4_5	1.688091	616.153328
23	Residencial 4_6	1.511609	551.737282
24	Residencial 5_1	1.502471	548.401801
25	Residencial 5_2	1.422800	519.322133
26	Residencial 5_3	1.500711	547.759507
27	Residencial 5_4	1.338355	488.499667
28	Residencial 5_5	2.150001	784.750493
29	Residencial 5_6	1.419623	518.162487

Costo mensual medio por usuario

0	48.003427
1	63.505033
2	58.449172
3	42.849037
4	45.375409
5	50.730404
6	47.392196
7	52.539890
8	57.695997
9	42.156434
10	54.886201
11	42.344461
12	47.608370
13	52.706095
14	57.789637
15	42.282879
16	50.080848
17	73.083575
18	48.698441
19	46.071916
20	59.222013
21	43.366559
22	51.346111
23	45.978107
24	45.700150
25	43.276844
26	45.646626
27	40.708306

28
29

65.395874
43.180207

```

In [23]: import pandas as pd
from datetime import datetime, timedelta

# Ruta del archivo Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'

# Días festivos para el año 2020 en formato "dd/mm/yyyy"
festivos = [
    '01/01/2020', '06/01/2020', '09/04/2020', '10/04/2020',
    '01/05/2020', '15/08/2020', '12/10/2020', '01/11/2020',
    '06/12/2020', '08/12/2020', '25/12/2020'
]

# Convertimos las fechas festivas al formato de las columnas del Excel (YYYYMMDD)
festivos = [datetime.strptime(fecha, '%d/%m/%Y').strftime('%Y%m%d') for fecha in festivos]

# Generamos una columna de tiempo desde 2020-01-01 00:09 hasta 2020-12-31 23:09 con intervalos de hora
start_date = datetime(2020, 1, 1, 0, 9)
end_date = datetime(2020, 12, 31, 23, 9)
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con la columna de tiempo generada
df_tiempo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])

# Añadimos columnas de Fecha y Hora
df_tiempo['Fecha'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo['Hora'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo['Mes'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.month

# Cargamos los datos de producción desde el archivo Excel, comenzando desde la fila 7
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV', startrow=6)

# Ajustamos la longitud del DataFrame de producción si es necesario
if len(df_produccion) != len(df_tiempo):
    df_produccion = df_produccion.head(len(df_tiempo))

# Añadimos las columnas de Fecha, Hora y Mes al DataFrame de producción
df_produccion['Fecha'] = df_tiempo['Fecha']
df_produccion['Hora'] = df_tiempo['Hora']
df_produccion['Mes'] = df_tiempo['Mes']

# Función para determinar si una fecha es festivo o fin de semana
def es_festivo_o_fin_de_semana(fecha):
    return fecha in festivos or datetime.strptime(fecha, '%Y%m%d').weekday() >= 5

# Función para determinar el periodo
def determinar_periodo(hora, es_festivo):
    if es_festivo:
        return 'valle' # Todos los periodos son valle en festivos
    elif 10 <= hora < 14 or 18 <= hora < 22:
        return 'punta'
    elif 8 <= hora < 10 or 14 <= hora < 18 or 22 <= hora < 24:
        return 'llano'
    else:
        return 'valle'

# Añadimos una columna de festivo al DataFrame
df_produccion['Es_festivo'] = df_produccion['Fecha'].apply(es_festivo_o_fin_de_semana)

# Añadimos una columna de periodo al DataFrame
df_produccion['Periodo'] = df_produccion.apply(lambda row: determinar_periodo(row['Hora'], row['Es_festivo']), axis=1)

# Consideramos solo el 60% de la producción para los usuarios residenciales
df_produccion['Produccion'] = df_produccion['Produccion'] * 0.6

```

```

df_produccion['Producción residencial [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria [kW]']

# Calculamos el ahorro económico por periodo
df_produccion['Ahorro'] = 0
costos_energia = {'punta': 0.212, 'llano': 0.154, 'valle': 0.118}

for periodo, costo in costos_energia.items():
    df_produccion.loc[df_produccion['Periodo'] == periodo, 'Ahorro'] = df_produccion['Producción residencial [kWh]'] * costo

# Calculamos el ahorro económico anual sin impuestos
ahorro_anual_sin_impuestos = df_produccion['Ahorro'].sum()

# Aplicamos todos los impuestos y otros costos adicionales
impuesto_electrico = 0.0511
igic = 0.07
bono_social_diario = 0.00628154918032787
alquiler_contador_mensual = 0.81

# Calculamos el costo anual del bono social
costo_bono_social_anual = bono_social_diario * 365

# Calculamos el costo anual del alquiler de contador
costo_alquiler_contador_anual = alquiler_contador_mensual * 12

# Calculamos el ahorro económico anual con todos los impuestos y costos adicionales
ahorro_anual_con_impuestos = ahorro_anual_sin_impuestos * (1 + impuesto_electrico) * (1 + igic) + costo_bono_social_anual + costo_alquiler_contador_anual

# Ahorro total dividido entre 30 usuarios
ahorro_anual_por_usuario_sin_impuestos = ahorro_anual_sin_impuestos / 30
ahorro_anual_por_usuario_con_impuestos = ahorro_anual_con_impuestos / 30

print(f'Ahorro económico anual sin impuestos para cada usuario: {ahorro_anual_por_usuario_sin_impuestos}')
print(f'Ahorro económico anual con impuestos para cada usuario: {ahorro_anual_por_usuario_con_impuestos}')

# Calculamos el ahorro mensual medio por usuario
df_produccion['Ahorro_por_usuario'] = df_produccion['Ahorro'] / 30
ahorro_mensual_por_usuario = df_produccion.groupby('Mes')['Ahorro_por_usuario'].sum()

print("Ahorro económico medio mensual para cada usuario:")
print(ahorro_mensual_por_usuario)

# Calculamos el ahorro mensual con impuestos para cada usuario
ahorro_mensual_con_impuestos_por_usuario = ahorro_mensual_por_usuario * (1 + impuesto_electrico) * (1 + igic) + costo_bono_social_diario + alquiler_contador_mensual

print("Ahorro económico medio mensual con impuestos para cada usuario:")
print(ahorro_mensual_con_impuestos_por_usuario)

```

Ahorro económico anual sin impuestos para cada usuario: 559.45 €

Ahorro económico anual con impuestos para cada usuario: 628.80 €

Ahorro económico medio mensual para cada usuario:

Mes

1	36.455817
2	41.376582
3	48.489219
4	51.209670
5	56.744694
6	55.444798
7	62.835025
8	58.449817
9	45.584873
10	38.700399
11	31.415752
12	32.740775

Name: Ahorro_por_usuario, dtype: float64

Ahorro económico medio mensual con impuestos para cada usuario:

Mes

1	39.999955
2	45.534226
3	53.533646
4	56.593274
5	62.818389
6	61.356426
7	69.668044
8	64.736101
9	50.267194
10	42.524385
11	34.331510
12	35.821733

Name: Ahorro_por_usuario, dtype: float64

```

In [68]: import pandas as pd
from datetime import datetime, timedelta

# Ruta del archivo Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'

# Días festivos para el año 2020 en formato "dd/mm/yyyy"
festivos = [
    '01/01/2020', '06/01/2020', '09/04/2020', '10/04/2020',
    '01/05/2020', '15/08/2020', '12/10/2020', '01/11/2020',
    '06/12/2020', '08/12/2020', '25/12/2020'
]

# Convertimos las fechas festivas al formato de las columnas del Excel (YYYYMMDD)
festivos = [datetime.strptime(fecha, '%d/%m/%Y').strftime('%Y%m%d') for fecha in festivos]

# Generamos una columna de tiempo desde 2020-01-01 00:09 hasta 2020-12-31 23:09 con intervalos de hora
start_date = datetime(2020, 1, 1, 0, 9)
end_date = datetime(2020, 12, 31, 23, 9)
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con la columna de tiempo generada
df_tiempo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])

# Añadimos columnas de Fecha y Hora
df_tiempo['Fecha'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo['Hora'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo['Mes'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.month

# Cargamos los datos de producción desde el archivo Excel, comenzando desde la fila 7
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV', start_index=6)

# Ajustamos la longitud del DataFrame de producción si es necesario
if len(df_produccion) != len(df_tiempo):
    df_produccion = df_produccion.head(len(df_tiempo))

# Añadimos las columnas de Fecha, Hora y Mes al DataFrame de producción
df_produccion['Fecha'] = df_tiempo['Fecha']
df_produccion['Hora'] = df_tiempo['Hora']
df_produccion['Mes'] = df_tiempo['Mes']

# Función para determinar si una fecha es festivo o fin de semana
def es_festivo_o_fin_de_semana(fecha):
    return fecha in festivos or datetime.strptime(fecha, '%Y%m%d').weekday() >= 5

# Función para determinar el periodo
def determinar_periodo(hora, es_festivo):
    if es_festivo:
        return 'valle' # Todos los periodos son valle en festivos
    elif 10 <= hora < 14 or 18 <= hora < 22:
        return 'punta'
    elif 8 <= hora < 10 or 14 <= hora < 18 or 22 <= hora < 24:
        return 'llano'
    else:
        return 'valle'

# Añadimos una columna de festivo al DataFrame
df_produccion['Es_festivo'] = df_produccion['Fecha'].apply(es_festivo_o_fin_de_semana)

# Añadimos una columna de periodo al DataFrame
df_produccion['Periodo'] = df_produccion.apply(lambda row: determinar_periodo(row['Hora'], row['Es_festivo']), axis=1)

# Consideramos solo el 60% de la producción para los usuarios residenciales
df_produccion['Produccion'] = df_produccion['Produccion'] * 0.6

```

```

df_produccion['Producción residencial [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria [kW]']

# Calculamos el ahorro económico por periodo
df_produccion['Ahorro'] = 0
costos_energia = {'punta': 0.212, 'llano': 0.154, 'valle': 0.118}

for periodo, costo in costos_energia.items():
    df_produccion.loc[df_produccion['Periodo'] == periodo, 'Ahorro'] = df_produccion['Producción residencial [kWh]'] * costo

# Calculamos el ahorro económico anual sin impuestos
ahorro_anual_sin_impuestos = df_produccion['Ahorro'].sum()

# Aplicamos todos los impuestos y otros costos adicionales
impuesto_electrico = 0.0511
igic = 0.07
bono_social_diario = 0.00628154918032787
alquiler_contador_mensual = 0.81

# Calculamos el costo anual del bono social
costo_bono_social_anual = bono_social_diario * 365

# Calculamos el costo anual del alquiler de contador
costo_alquiler_contador_anual = alquiler_contador_mensual * 12

# Calculamos el ahorro económico anual con todos los impuestos y costos adicionales
ahorro_anual_con_impuestos = ahorro_anual_sin_impuestos * (1 + impuesto_electrico) * (1 + igic) - costo_bono_social_anual - costo_alquiler_contador_anual

# Coeficientes de reparto
coeficientes_reparto = [
    0.032, 0.042, 0.04, 0.027, 0.03, 0.034, 0.032, 0.033, 0.039, 0.032,
    0.034, 0.029, 0.03, 0.034, 0.039, 0.032, 0.033, 0.046, 0.032, 0.03,
    0.037, 0.032, 0.035, 0.034, 0.029, 0.028, 0.03, 0.027, 0.041, 0.027
]

# Ahorro total distribuido según los coeficientes de reparto
ahorro_anual_por_usuario_sin_impuestos = [ahorro_anual_con_impuestos * coef for coef in coeficientes_reparto]
ahorro_anual_por_usuario_con_impuestos = [ahorro_anual_con_impuestos * coef for coef in coeficientes_reparto]

# Imprimimos el ahorro económico anual por usuario
print("Ahorro económico anual sin impuestos para cada usuario:")
for i, ahorro in enumerate(ahorro_anual_por_usuario_sin_impuestos, 1):
    print(f'Usuario {i}: {ahorro:.2f} €')

print("Ahorro económico anual con impuestos para cada usuario:")
for i, ahorro in enumerate(ahorro_anual_por_usuario_con_impuestos, 1):
    print(f'Usuario {i}: {ahorro:.2f} €')

```

Ahorro económico anual sin impuestos para cada usuario:

Usuario 1: 537.07 €
Usuario 2: 704.90 €
Usuario 3: 671.34 €
Usuario 4: 453.15 €
Usuario 5: 503.50 €
Usuario 6: 570.64 €
Usuario 7: 537.07 €
Usuario 8: 553.85 €
Usuario 9: 654.55 €
Usuario 10: 537.07 €
Usuario 11: 570.64 €
Usuario 12: 486.72 €
Usuario 13: 503.50 €
Usuario 14: 570.64 €
Usuario 15: 620.99 €
Usuario 16: 537.07 €
Usuario 17: 553.85 €
Usuario 18: 772.04 €
Usuario 19: 537.07 €
Usuario 20: 503.50 €
Usuario 21: 604.20 €
Usuario 22: 537.07 €
Usuario 23: 587.42 €
Usuario 24: 620.99 €
Usuario 25: 486.72 €
Usuario 26: 469.94 €
Usuario 27: 503.50 €
Usuario 28: 453.15 €
Usuario 29: 688.12 €
Usuario 30: 453.15 €

Ahorro económico anual con impuestos para cada usuario:

Usuario 1: 603.65 €
Usuario 2: 792.28 €
Usuario 3: 754.56 €
Usuario 4: 509.33 €
Usuario 5: 565.92 €
Usuario 6: 641.37 €
Usuario 7: 603.65 €
Usuario 8: 622.51 €
Usuario 9: 735.69 €
Usuario 10: 603.65 €
Usuario 11: 641.37 €
Usuario 12: 547.05 €
Usuario 13: 565.92 €
Usuario 14: 641.37 €
Usuario 15: 697.96 €
Usuario 16: 603.65 €
Usuario 17: 622.51 €
Usuario 18: 867.74 €
Usuario 19: 603.65 €
Usuario 20: 565.92 €
Usuario 21: 679.10 €
Usuario 22: 603.65 €
Usuario 23: 660.24 €
Usuario 24: 697.96 €
Usuario 25: 547.05 €
Usuario 26: 528.19 €
Usuario 27: 565.92 €
Usuario 28: 509.33 €
Usuario 29: 773.42 €
Usuario 30: 509.33 €

```
In [69]: numeros = [ 0.032, 0.042, 0.04, 0.027, 0.03, 0.034, 0.032, 0.033, 0.039, 0.032,
                    0.034, 0.029, 0.03, 0.034, 0.039, 0.032, 0.033, 0.046, 0.032, 0.03,
                    0.037, 0.032, 0.035, 0.034, 0.029, 0.028, 0.03, 0.027, 0.041, 0.027]

# Suma de Los números
suma_total = sum(numeros)

print(f"La suma total es aproximadamente: {suma_total:.3f}")

df = pd.DataFrame({'Numeros': numeros})

print(df.to_string(index=False))
```

La suma total es aproximadamente: 1.000

```
Numeros
0.032
0.042
0.040
0.027
0.030
0.034
0.032
0.033
0.039
0.032
0.034
0.029
0.030
0.034
0.039
0.032
0.033
0.046
0.032
0.030
0.037
0.032
0.035
0.034
0.029
0.028
0.030
0.027
0.041
0.027
```

```
In [ ]: # Calculamos el ahorro mensual medio por usuario
ahorro_mensual_por_usuario = [ahorro / 12 for ahorro in ahorro_anual_por_usuario_sin_
ahorro_mensual_con_impuestos_por_usuario = [ahorro / 12 for ahorro in ahorro_anual_po

# Imprimimos el ahorro económico medio mensual por usuario
print("Ahorro económico medio mensual para cada usuario:")
for i, ahorro in enumerate(ahorro_mensual_por_usuario, 1):
    print(f'Usuario {i}: {ahorro:.2f} €')

print("Ahorro económico medio mensual con impuestos para cada usuario:")
for i, ahorro in enumerate(ahorro_mensual_con_impuestos_por_usuario, 1):
    print(f'Usuario {i}: {ahorro:.2f} €')
```

```

In [10]: import pandas as pd
from datetime import datetime

# Ruta del archivo Excel
file_path1 = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Días festivos para el año 2019 en formato "dd/mm/yyyy"
festivos = [
    '01/01/2019', '06/01/2019', '05/03/2019', '18/04/2019', '19/04/2019',
    '01/05/2019', '30/05/2019', '24/06/2019', '15/08/2019', '09/09/2019',
    '12/10/2019', '01/11/2019', '06/12/2019', '25/12/2019'
]

# Convertimos fechas festivas a objetos datetime
festivos = [datetime.strptime(fecha, '%d/%m/%Y').date() for fecha in festivos]

# Cargamos el archivo Excel desde la fila 2 para obtener los nombres de las columnas
df = pd.read_excel(file_path1, sheet_name='Hoja1', header=1)

# Imprimimos los nombres de las columnas para verificar
print("Nombres de las columnas del DataFrame:")
print(df.columns)

# Seleccionamos las columnas desde AQ (Industrial1_1) hasta AX (Industrial2_4)
# y los datos a partir de la fila 4 (index 3)
df_industriales = df.iloc[3:, 42:50].copy()

# Imprimimos los nombres de las columnas seleccionadas para verificar
print("Nombres de las columnas seleccionadas del DataFrame:")
print(df_industriales.columns)

# Convertimos las columnas a tipo numérico, ignorando errores y convirtiendo valores
df_industriales = df_industriales.apply(pd.to_numeric, errors='coerce')

# Cargamos la columna de fechas
df_industriales['Fecha'] = pd.read_excel(file_path1, sheet_name='Hoja1', usecols='A',

# Convertimos las fechas a formato datetime
df_industriales['Fecha'] = pd.to_datetime(df_industriales['Fecha'], format='%d/%m/%Y')

# Añadimos una columna de hora al DataFrame original
df_industriales['Hora'] = df_industriales.index % 24

# Función para determinar si una fecha es festivo o fin de semana
def es_festivo_o_fin_de_semana(fecha):
    return fecha.date() in festivos or fecha.weekday() >= 5 # 5 y 6 son sábado y dom

# Función para determinar el periodo según la tarifa 3.0 TD
def determinar_periodo(hora, fecha, es_festivo):
    if pd.isnull(fecha):
        return 'P6' # Si la fecha es NaT, asumimos P6
    else:
        mes = fecha.strftime('%B').lower() # Convertir fecha a nombre del mes en min
        if es_festivo:
            return 'P6' # Todos los periodos son P6 en festivos
        else:
            periodos = {
                'enero': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6'],
                'febrero': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6'],
                'marzo': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6'],
                'abril': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P5', 'P5', 'P6'],
                'mayo': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6'],
                'junio': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
            }

```

```

        'julio':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
        'agosto':    ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
        'septiembre': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', '
        'octubre':   ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
        'noviembre': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
        'diciembre': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
    }
    if mes in periodos:
        if 0 <= hora <= 23:
            return periodos[mes][hora]
        else:
            return 'P6' # Asumir P6 si la hora no está entre 0 y 23
    else:
        return 'P6' # Asumir P6 si el mes no está en el diccionario

# Aplicamos las funciones para determinar festivos y periodos
df_industriales['Es_festivo'] = df_industriales['Fecha'].apply(es_festivo_o_fin_de_se
df_industriales['Periodo'] = df_industriales.apply(lambda x: determinar_periodo(x['Ho

# Imprimos los primeros registros para verificar la columna Periodo
print("Primeros registros de la columna 'Periodo':")
print(df_industriales[['Fecha', 'Hora', 'Es_festivo', 'Periodo']].head())

# Definimos los costos para cada periodo
costos = {
    'P1': 0.176,
    'P2': 0.150,
    'P3': 0.134,
    'P4': 0.122,
    'P5': 0.105,
    'P6': 0.108
}

# Multiplicamos cada perfil industrial por el costo correspondiente a su periodo
for col in df_industriales.columns[:-4]: # Ignorar las últimas 4 columnas ('Fecha',
    df_industriales[col] = df_industriales[col] * df_industriales['Periodo'].map(cost

# Agrupamos por perfil industrial y sumar los costos anuales
costos_anuales = df_industriales.iloc[:, :-4].sum()

# Aplicamos impuestos y otros costos adicionales
impuesto_electrico = 0.0511
igic = 0.07
bono_social_diario = 0.00628154918032787
alquiler_contador_mensual = 0.81

# Calculamos el costo anual del bono social
costo_bono_social_anual = bono_social_diario * 365

# Calculamos el costo anual del alquiler de contador
costo_alquiler_contador_anual = alquiler_contador_mensual * 12

# Calculamos los costos anuales totales por perfil industrial
costos_anuales_con_impuestos = costos_anuales * (1 + impuesto_electrico) * (1 + igic)

# Mostramos los resultados
print("Costos anuales por perfil industrial (sin impuestos):")
print(costos_anuales)

print("Costos anuales por perfil industrial (con impuestos y otros costos):")
print(costos_anuales_con_impuestos)

```

Nombres de las columnas del DataFrame:

```
Index(['Fecha ', 'Hora ', 'Residencial 1', 'Residencial 2', 'Residencial 3',  
      'Residencial 4', 'Residencial 5', 'Industrial 1', 'Industrial 2',  
      'Industrial 3', 'Industrial 4', 'Unnamed: 11', 'Residencial 1_1',  
      'Residencial 1_2', 'Residencial 1_3', 'Residencial 1_4',  
      'Residencial 1_5', 'Residencial 1_6', 'Residencial 2_1',  
      'Residencial 2_2', 'Residencial 2_3', 'Residencial 2_4',  
      'Residencial 2_5', 'Residencial 2_6', 'Residencial 3_1',  
      'Residencial 3_2', 'Residencial 3_3', 'Residencial 3_4',  
      'Residencial 3_5', 'Residencial 3_6', 'Residencial 4_1',  
      'Residencial 4_2', 'Residencial 4_3', 'Residencial 4_4',  
      'Residencial 4_5', 'Residencial 4_6', 'Residencial 5_1',  
      'Residencial 5_2', 'Residencial 5_3', 'Residencial 5_4',  
      'Residencial 5_5', 'Residencial 5_6', 'Industrial 1_1',  
      'Industrial 1_2', 'Industrial 1_3', 'Industrial 1_4', 'Industrial 2_1',  
      'Industrial 2_2', 'Industrial 2_3', 'Industrial 2_4'],  
      dtype='object')
```

Nombres de las columnas seleccionadas del DataFrame:

```
Index(['Industrial 1_1', 'Industrial 1_2', 'Industrial 1_3', 'Industrial 1_4',  
      'Industrial 2_1', 'Industrial 2_2', 'Industrial 2_3', 'Industrial 2_4'],  
      dtype='object')
```

C:\Users\barre\AppData\Local\Temp\ipykernel_23912\3842454339.py:36: FutureWarning: The squeeze argument has been deprecated and will be removed in a future version. App end .squeeze("columns") to the call to squeeze.

```
df_industriales['Fecha'] = pd.read_excel(file_path1, sheet_name='Hoja1', usecols  
='A', skiprows=3, header=None, squeeze=True)
```

Primeros registros de la columna 'Periodo':

	Fecha	Hora	Es_festivo	Periodo
3	2019-01-01	3	True	P6
4	2019-01-01	4	True	P6
5	2019-01-01	5	True	P6
6	2019-01-01	6	True	P6
7	2019-01-01	7	True	P6

Costos anuales por perfil industrial (sin impuestos):

Industrial 1_1	984.923296
Industrial 1_2	1180.984721
Industrial 1_3	787.861405
Industrial 1_4	629.648307
Industrial 2_1	985.772728
Industrial 2_2	1180.499049
Industrial 2_3	788.040998
Industrial 2_4	630.388643

dtype: float64

Costos anuales por perfil industrial (con impuestos y otros costos):

Industrial 1_1	1119.733343
Industrial 1_2	1340.239119
Industrial 1_3	898.102367
Industrial 1_4	720.163734
Industrial 2_1	1120.688680
Industrial 2_2	1339.692894
Industrial 2_3	898.304351
Industrial 2_4	720.996373

dtype: float64

```

In [4]: import pandas as pd
from datetime import datetime, timedelta

# Ruta del archivo Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'

# Días festivos para el año 2020 en formato "dd/mm/yyyy"
festivos = [
    '01/01/2020', '06/01/2020', '09/04/2020', '10/04/2020',
    '01/05/2020', '15/08/2020', '12/10/2020', '01/11/2020',
    '06/12/2020', '08/12/2020', '25/12/2020'
]

# Convertimos las fechas festivas al formato de las columnas del Excel (YYYYMMDD)
festivos = [datetime.strptime(fecha, '%d/%m/%Y').strftime('%Y%m%d') for fecha in festivos]

# Generamos una columna de tiempo desde 2020-01-01 00:09 hasta 2020-12-31 23:09 con intervalos de hora
start_date = datetime(2020, 1, 1, 0, 9)
end_date = datetime(2020, 12, 31, 23, 9)
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con la columna de tiempo generada
df_tiempo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])

# Añadimos columnas de Fecha y Hora
df_tiempo['Fecha'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo['Hora'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo['Mes'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.month

# Cargamos los datos de producción desde el archivo Excel, comenzando desde la fila 7
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV', start_index=6)

# Imprimimos número de filas para diagnóstico
print(f"Número de filas en df_produccion: {len(df_produccion)}")
print(f"Número de filas en df_tiempo: {len(df_tiempo)}")

# Ajustamos la longitud del DataFrame de producción si es necesario
if len(df_produccion) != len(df_tiempo):
    # Reducir df_tiempo si es más largo que df_produccion
    df_tiempo = df_tiempo.head(len(df_produccion))
    print("Ajustando df_tiempo para que coincida con df_produccion.")

# Añadimos las columnas de Fecha, Hora y Mes al DataFrame de producción
df_produccion['Fecha'] = df_tiempo['Fecha']
df_produccion['Hora'] = df_tiempo['Hora']
df_produccion['Mes'] = df_tiempo['Mes']

# Función para determinar si una fecha es festivo o fin de semana
def es_festivo_o_fin_de_semana(fecha):
    return fecha in festivos or datetime.strptime(fecha, '%Y%m%d').weekday() >= 5

# Función para determinar el periodo
def determinar_periodo(hora, fecha, es_festivo):
    if pd.isnull(fecha):
        return 'P6' # Si la fecha es NaT, asumimos P6
    else:
        mes = fecha.strftime('%B').lower() # Convertir fecha a nombre del mes en minúsculas
        if es_festivo:
            return 'P6' # Todos los periodos son P6 en festivos
        else:
            periodos = {
                'enero': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6'],
                'febrero': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6']
            }
            return periodos[mes]

```

```

'marzo':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P
'abril':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P5', 'P5', 'P
'mayo':       ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
'junio':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
'julio':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
'agosto':     ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
'septiembre': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', '
'octubre':    ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
'noviembre':  ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
'diciembre':  ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P
}
if mes in periodos:
    if 0 <= hora <= 23:
        return periodos[mes][hora]
    else:
        return 'P6' # Asumir P6 si la hora no está entre 0 y 23
else:
    return 'P6' # Asumir P6 si el mes no está en el diccionario

# Añadimos una columna de festivo al DataFrame
df_produccion['Es_festivo'] = df_produccion['Fecha'].apply(es_festivo_o_fin_de_semana

# Convertimos la columna de fecha a datetime
df_produccion['Fecha'] = pd.to_datetime(df_produccion['Fecha'], format='%Y%m%d')

# Añadimos una columna de periodo al DataFrame usando la nueva función
df_produccion['Periodo'] = df_produccion.apply(lambda row: determinar_periodo(row['Ho

# Consideramos solo el 40% de la producción para los perfiles industriales
df_produccion['Producción industrial [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria [kWh

# Calculamos el ahorro económico por periodo para la tarifa 3.0TD
df_produccion['Ahorro'] = 0
costos_energia = {
    'P1': 0.176,
    'P2': 0.150,
    'P3': 0.134,
    'P4': 0.122,
    'P5': 0.105,
    'P6': 0.108
}

for periodo, costo in costos_energia.items():
    df_produccion.loc[df_produccion['Periodo'] == periodo, 'Ahorro'] = df_produccion[

# Calculamos el ahorro económico anual sin impuestos
ahorro_anual_sin_impuestos = df_produccion['Ahorro'].sum()

# Calculamos el ahorro económico anual con impuestos
impuesto_electrico = 0.0511
ahorro_anual_con_impuestos = ahorro_anual_sin_impuestos * (1 + impuesto_electrico)

# IGIC
igic = 0.07

# Ahorro con IGIC
ahorro_anual_con_igic = ahorro_anual_con_impuestos * (1 + igic)

# Bono social y alquiler de contador
bono_social_diario = 0.00628154918032787
costo_bono_social_anual = bono_social_diario * 365

alquiler_contador_mensual = 0.81

```

```

costo_alquiler_contador_anual = alquiler_contador_mensual * 12

# Costo total anual
ahorro_anual_total = ahorro_anual_con_igic + costo_bono_social_anual + costo_alquiler

# Ahorro total dividido entre Los perfiles industriales
perfiles_industriales = 8 # Número de perfiles industriales
ahorro_anual_por_perfil_sin_impuestos = ahorro_anual_sin_impuestos / perfiles_industr
ahorro_anual_por_perfil_con_impuestos = ahorro_anual_total / perfiles_industriales

print(f'Ahorro económico anual sin impuestos para cada perfil industrial: {ahorro_anu
print(f'Ahorro económico anual con impuestos y otros costos para cada perfil industri

# Calculamos el ahorro mensual medio por perfil industrial
df_produccion['Ahorro_por_perfil'] = df_produccion['Ahorro'] / perfiles_industriales
ahorro_mensual_por_perfil = df_produccion.groupby('Mes')['Ahorro_por_perfil'].sum()

# Calculamos el ahorro mensual con impuestos para cada perfil industrial
ahorro_mensual_con_impuestos_por_perfil = ahorro_mensual_por_perfil * (1 + impuesto_e

print("Ahorro económico medio mensual para cada perfil industrial:")
print(ahorro_mensual_por_perfil)

print("Ahorro económico medio mensual con impuestos y otros costos para cada perfil i
print(ahorro_mensual_con_impuestos_por_perfil)

```

Número de filas en df_produccion: 8784

Número de filas en df_tiempo: 8784

Ahorro económico anual sin impuestos para cada perfil industrial: 923.89 €

Ahorro económico anual con impuestos y otros costos para cada perfil industrial: 1040.58 €

Ahorro económico medio mensual para cada perfil industrial:

Mes

1	59.427245
2	68.613522
3	79.859252
4	86.363414
5	95.935759
6	91.454949
7	102.287768
8	97.050305
9	74.326104
10	64.317347
11	51.029649
12	53.224258

Name: Ahorro_por_perfil, dtype: float64

Ahorro económico medio mensual con impuestos y otros costos para cada perfil industrial:

Mes

1	66.961589
2	77.293183
3	89.940997
4	97.256078
5	108.021875
6	102.982411
7	115.165833
8	109.275379
9	83.717993
10	72.461374
11	57.517005
12	59.985232

Name: Ahorro_por_perfil, dtype: float64

```

In [12]: import pandas as pd
from datetime import datetime, timedelta

# Ruta del archivo Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'

# Días festivos para el año 2020 en formato "dd/mm/yyyy"
festivos = [
    '01/01/2020', '06/01/2020', '09/04/2020', '10/04/2020',
    '01/05/2020', '15/08/2020', '12/10/2020', '01/11/2020',
    '06/12/2020', '08/12/2020', '25/12/2020'
]

# Convertimos las fechas festivas al formato de las columnas del Excel (YYYYMMDD)
festivos = [datetime.strptime(fecha, '%d/%m/%Y').strftime('%Y%m%d') for fecha in festivos]

# Generamos una columna de tiempo desde 2020-01-01 00:09 hasta 2020-12-31 23:09 con intervalos de hora
start_date = datetime(2020, 1, 1, 0, 9)
end_date = datetime(2020, 12, 31, 23, 9)
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con la columna de tiempo generada
df_tiempo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])

# Añadimos columnas de Fecha y Hora
df_tiempo['Fecha'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo['Hora'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo['Mes'] = df_tiempo['FechaHora'].dt.month

# Cargamos los datos de producción desde el archivo Excel, comenzando desde la fila 7
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV', start_index=6)

# Imprimimos número de filas para diagnóstico
print(f"Número de filas en df_produccion: {len(df_produccion)}")
print(f"Número de filas en df_tiempo: {len(df_tiempo)}")

# Ajustamos la longitud del DataFrame de producción si es necesario
if len(df_produccion) != len(df_tiempo):
    # Reducir df_tiempo si es más largo que df_produccion
    df_tiempo = df_tiempo.head(len(df_produccion))
    print("Ajustando df_tiempo para que coincida con df_produccion.")

# Añadimos las columnas de Fecha, Hora y Mes al DataFrame de producción
df_produccion['Fecha'] = df_tiempo['Fecha']
df_produccion['Hora'] = df_tiempo['Hora']
df_produccion['Mes'] = df_tiempo['Mes']

# Función para determinar si una fecha es festivo o fin de semana
def es_festivo_o_fin_de_semana(fecha):
    return fecha in festivos or datetime.strptime(fecha, '%Y%m%d').weekday() >= 5

# Función para determinar el periodo
def determinar_periodo(hora, fecha, es_festivo):
    if pd.isnull(fecha):
        return 'P6' # Si la fecha es NaT, asumimos P6
    else:
        mes = fecha.strftime('%B').lower() # Convertir fecha a nombre del mes en minúsculas
        if es_festivo:
            return 'P6' # Todos los periodos son P6 en festivos
        else:
            periodos = {
                'enero': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6'],
                'febrero': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6']
            }
            return periodos[mes]

```

```

'marzo':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P4', 'P4', 'P6']
'abril':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P5', 'P5', 'P6']
'mayo':       ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'junio':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'julio':      ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'agosto':     ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'septiembre': ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'octubre':    ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'noviembre':  ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
'diciembre':  ['P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P6', 'P3', 'P3', 'P6']
}
if mes in periodos:
    if 0 <= hora <= 23:
        return periodos[mes][hora]
    else:
        return 'P6' # Asumir P6 si la hora no está entre 0 y 23
else:
    return 'P6' # Asumir P6 si el mes no está en el diccionario

# Añadimos una columna de festivo al DataFrame
df_produccion['Es_festivo'] = df_produccion['Fecha'].apply(es_festivo_o_fin_de_semana)

# Convertimos la columna de fecha a datetime
df_produccion['Fecha'] = pd.to_datetime(df_produccion['Fecha'], format='%Y%m%d')

# Añadimos una columna de periodo al DataFrame usando la nueva función
df_produccion['Periodo'] = df_produccion.apply(lambda row: determinar_periodo(row['Hora']), axis=1)

# Consideramos solo el 40% de la producción para los perfiles industriales
df_produccion['Producción industrial [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria [kWh]'] * 0.4

# Calculamos el ahorro económico por periodo para la tarifa 3.0TD
df_produccion['Ahorro'] = 0
costos_energia = {
    'P1': 0.176,
    'P2': 0.150,
    'P3': 0.134,
    'P4': 0.122,
    'P5': 0.105,
    'P6': 0.108
}

for periodo, costo in costos_energia.items():
    df_produccion.loc[df_produccion['Periodo'] == periodo, 'Ahorro'] = df_produccion['Producción industrial [kWh]'] * costo

# Calculamos el ahorro económico anual sin impuestos
ahorro_anual_sin_impuestos = df_produccion['Ahorro'].sum()

# Calculamos el ahorro económico anual con impuestos
impuesto_electrico = 0.0511
ahorro_anual_con_impuestos = ahorro_anual_sin_impuestos * (1 + impuesto_electrico)

# IGIC
igic = 0.07

# Ahorro con IGIC
ahorro_anual_con_igic = ahorro_anual_con_impuestos * (1 + igic)

# Bono social y alquiler de contador
bono_social_diario = 0.00628154918032787
costo_bono_social_anual = bono_social_diario * 365

alquiler_contador_mensual = 0.81

```

```

costo_alquiler_contador_anual = alquiler_contador_mensual * 12

# Costo total anual
ahorro_anual_total = ahorro_anual_con_igic - costo_bono_social_anual - costo_alquiler

# Coeficientes de reparto
coeficientes_reparto = {
    'Industrial 1_1': 11/80,
    'Industrial 1_2': 13/80,
    'Industrial 1_3': 11/100,
    'Industrial 1_4': 0.09,
    'Industrial 2_1': 11/80,
    'Industrial 2_2': 13/80,
    'Industrial 2_3': 11/100,
    'Industrial 2_4': 0.09
}

# Ahorro anual por perfil industrial
ahorro_anual_por_perfil_sin_impuestos = {k: ahorro_anual_sin_impuestos * coef for k, coef in coeficientes_reparto.items()}
ahorro_anual_por_perfil_con_impuestos = {k: ahorro_anual_total * coef for k, coef in coeficientes_reparto.items()}

print("Ahorro económico anual sin impuestos para cada perfil industrial:")
for perfil, ahorro in ahorro_anual_por_perfil_sin_impuestos.items():
    print(f'{perfil}: {ahorro:.2f} €')

print("Ahorro económico anual con impuestos y otros costos para cada perfil industrial:")
for perfil, ahorro in ahorro_anual_por_perfil_con_impuestos.items():
    print(f'{perfil}: {ahorro:.2f} €')

# Calculamos el ahorro mensual medio por perfil industrial
df_produccion['Ahorro_por_perfil'] = df_produccion['Ahorro'] * df_produccion['Periodo']
ahorro_mensual_por_perfil = df_produccion.groupby('Mes')['Ahorro_por_perfil'].sum()

# Calculamos el ahorro mensual con impuestos para cada perfil industrial
ahorro_mensual_con_impuestos_por_perfil = ahorro_mensual_por_perfil * (1 + impuesto_e

```

Número de filas en df_produccion: 8784

Número de filas en df_tiempo: 8784

Ahorro económico anual sin impuestos para cada perfil industrial:

Industrial 1_1: 1016.28 €

Industrial 1_2: 1201.06 €

Industrial 1_3: 813.02 €

Industrial 1_4: 665.20 €

Industrial 2_1: 1016.28 €

Industrial 2_2: 1201.06 €

Industrial 2_3: 813.02 €

Industrial 2_4: 665.20 €

Ahorro económico anual con impuestos y otros costos para cada perfil industrial:

Industrial 1_1: 1141.33 €

Industrial 1_2: 1348.85 €

Industrial 1_3: 913.07 €

Industrial 1_4: 747.05 €

Industrial 2_1: 1141.33 €

Industrial 2_2: 1348.85 €

Industrial 2_3: 913.07 €

Industrial 2_4: 747.05 €

Comparación producción con consumo

```

In [29]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la suma diaria de producción
produccion_diaria = df_tiempo_produccion.groupby(['Fecha', 'Mes'])['Producción horaria

# Calculamos la media diaria de producción por mes
produccion_media_diaria = produccion_diaria.groupby('Mes').mean()

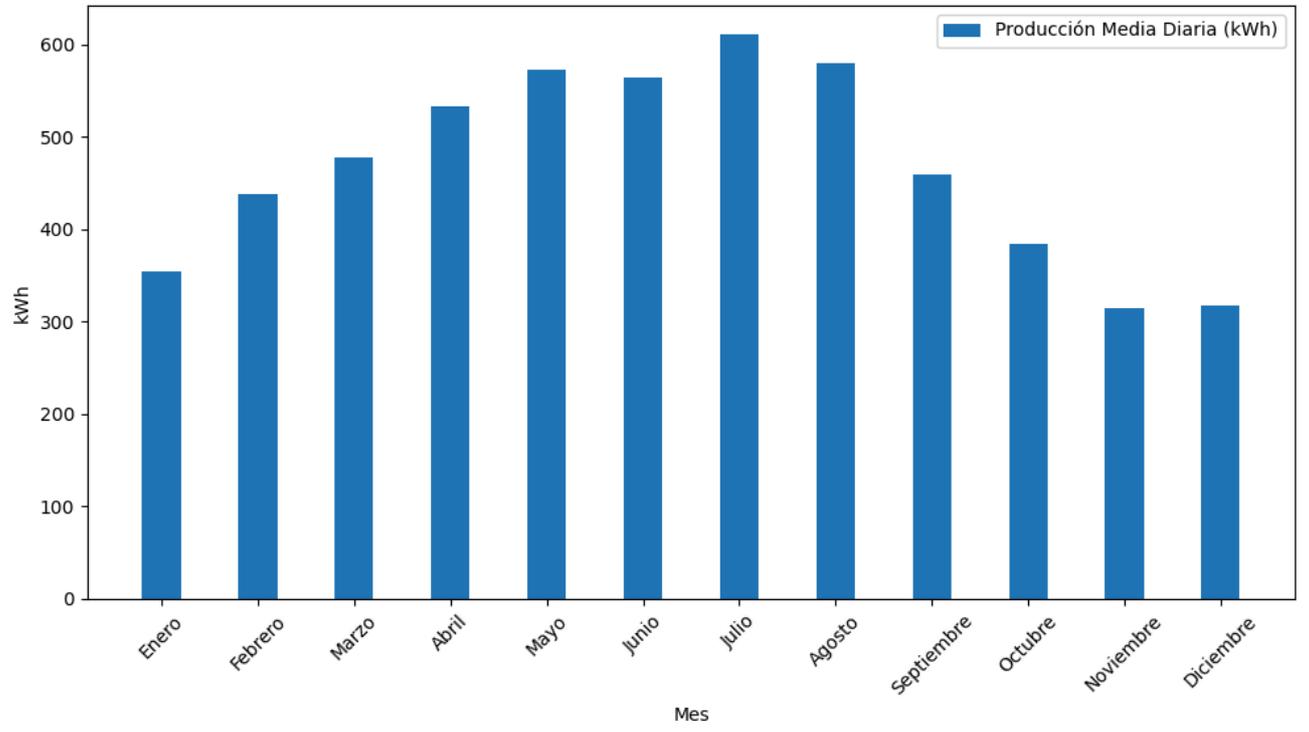
# Preparamos datos para la gráfica
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

# Configuramos la gráfica de barras
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(meses, produccion_media_diaria, width=0.4, align='center', label='Producción
plt.xlabel('Mes')
plt.ylabel('kWh')
plt.title('Media Diaria de Producción por Mes')
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()

# Mostrar la gráfica
plt.show()

```

Media Diaria de Producción por Mes



```

In [31]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos dataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Cargamos datos de consumo desde el archivo Excel, Limitando a columnas 12 a 50
df_consumo = pd.read_excel(file_path_consumo, sheet_name='Hoja1', header=None, skipro

# Sumamos filas para obtener datos de consumo total por hora
df_consumo['Consumo total'] = df_consumo.sum(axis=1)

# Generamos fechas de consumo desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 co
df_tiempo_consumo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_consumo['Consumo total'] = df_consumo['Consumo total']

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para consumo
df_tiempo_consumo['Fecha'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_consumo['Hora'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_consumo['Mes'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la suma diaria de consumo
consumo_diario = df_tiempo_consumo.groupby(['Fecha', 'Mes'])['Consumo total'].sum()

# Calculamos la media diaria de consumo por mes
consumo_media_diaria = consumo_diario.groupby('Mes').mean()

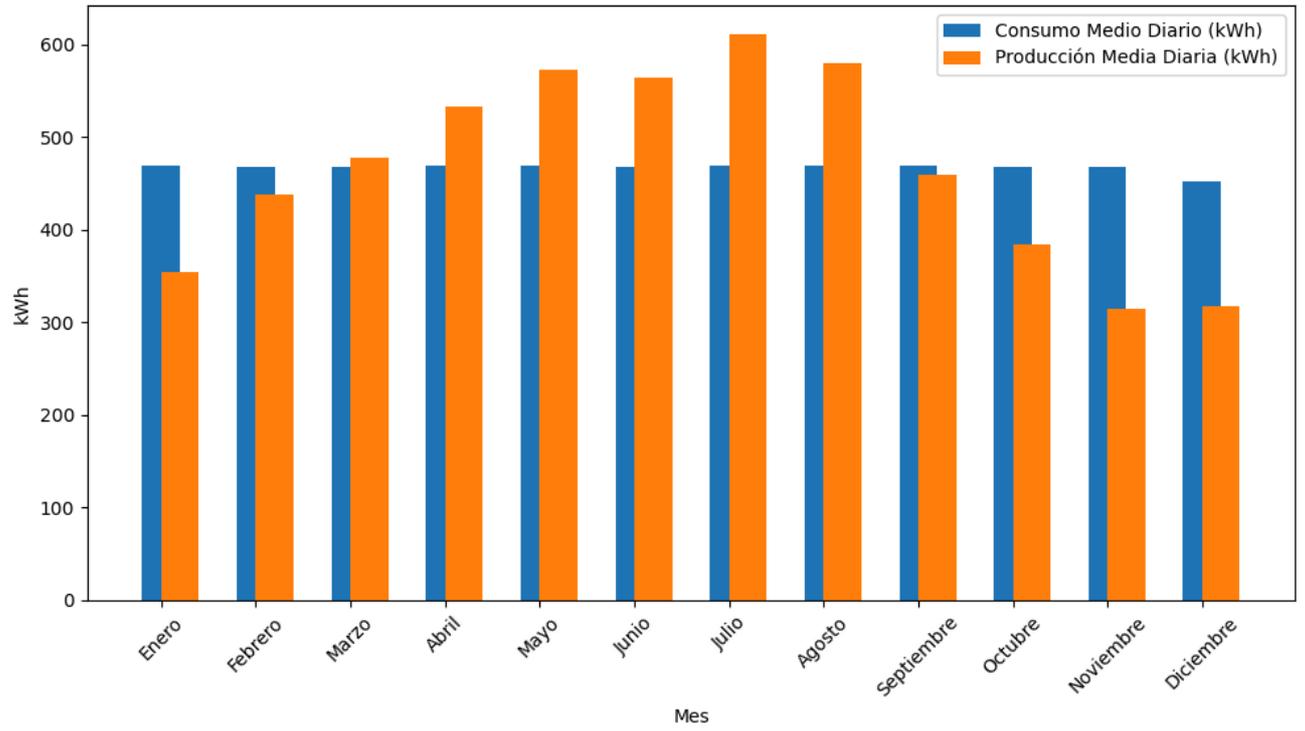
# Preparamos datos para La gráfica
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

# Configuramos La gráfica de barras
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(meses, consumo_media_diaria, width=0.4, align='center', label='Consumo Medio
plt.bar(meses, produccion_media_diaria, width=0.4, align='edge', label='Producción Me
plt.xlabel('Mes')
plt.ylabel('kWh')
plt.title('Comparación de Producción y Consumo Diario Promedio por Mes')
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()

# Mostrar La gráfica
plt.show()

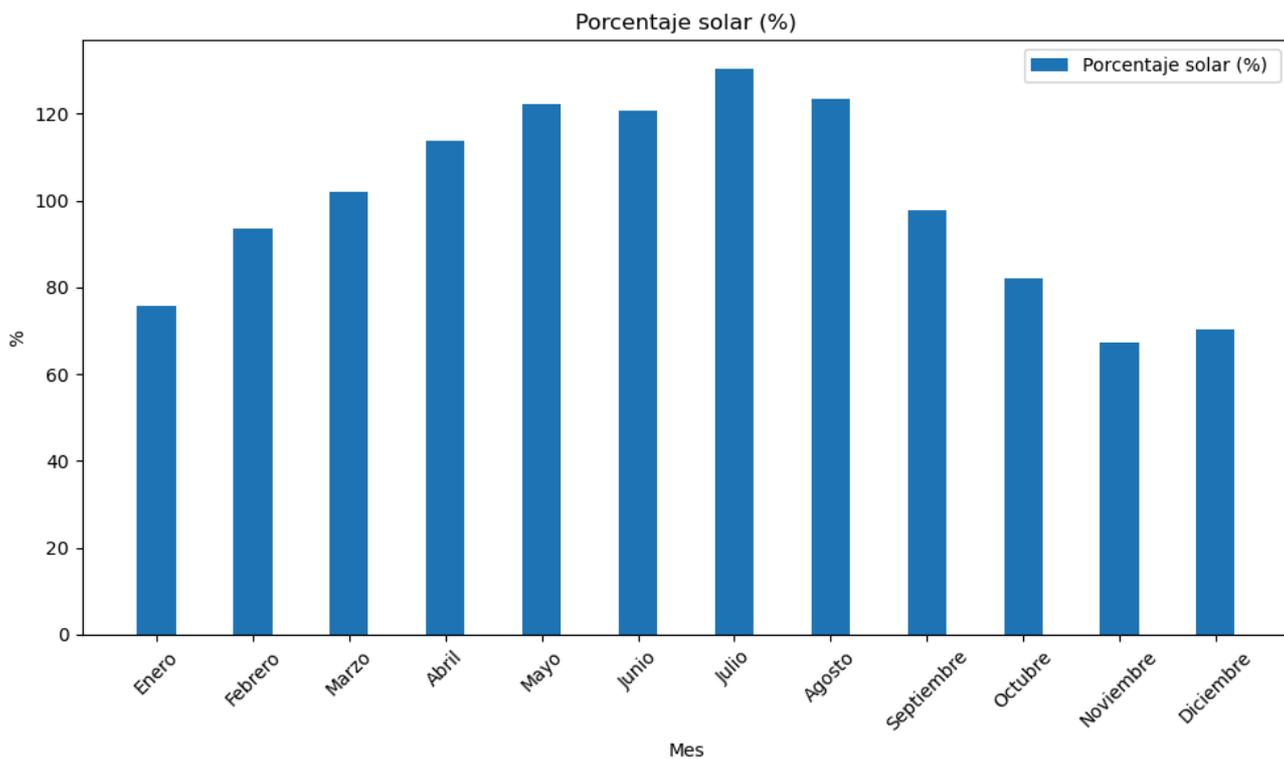
```

Comparación de Producción y Consumo Diario Promedio por Mes



```
In [33]: PORCENTAJE_SOLAR= produccion_media_diaria/consumo_media_diaria*100
# Configuramos la gráfica
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.bar(meses,PORCENTAJE_SOLAR, width=0.4, align='center', label='Porcentaje solar (%)
plt.xlabel('Mes')
plt.ylabel('%')
plt.title('Porcentaje solar (%)')
plt.legend()
plt.xticks(rotation=45)
plt.tight_layout()

# Mostramos la gráfica
plt.show()
```



```

In [9]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la media horaria de producción por mes
produccion_media_hora_mes = df_tiempo_produccion.groupby(['Mes', 'Hora'])['Producción

# Cargamos datos de consumo desde el archivo Excel, limitando a columnas 12 a 50
df_consumo = pd.read_excel(file_path_consumo, sheet_name='Hoja1', header=None, skipro

# Sumamos filas para obtener datos de consumo total por hora
df_consumo['Consumo total'] = df_consumo.sum(axis=1)

# Generamos fechas de consumo desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 co
df_tiempo_consumo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_consumo['Consumo total'] = df_consumo['Consumo total']

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para consumo
df_tiempo_consumo['Fecha'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_consumo['Hora'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_consumo['Mes'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la media horaria de consumo por mes
consumo_media_hora_mes = df_tiempo_consumo.groupby(['Mes', 'Hora'])['Consumo total'].

# Preparamos datos para la gráfica
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

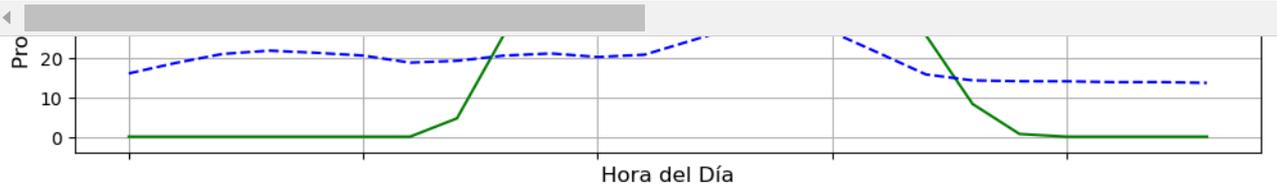
# Configuramos la figura de la gráfica con subplots para cada mes
fig, axs = plt.subplots(12, 1, figsize=(10, 40), sharex=True, sharey=True)

# Iteramos sobre cada mes y graficar producción y consumo promedio por hora
for mes in range(1, 13):
    ax = axs[mes-1] # Seleccionar el subplot correspondiente al mes
    ax.plot(range(24), produccion_media_hora_mes.loc[mes], label='Producción', color=
    ax.plot(range(24), consumo_media_hora_mes.loc[mes], label='Consumo', linestyle='-
    ax.set_title(f'Comparación de Producción y Consumo para {meses[mes-1]}', fontsize
    ax.set_xlabel('Hora del Día', fontsize=12)
    ax.set_ylabel('Promedio [kWh]', fontsize=12)
    ax.legend()
    ax.grid(True)

# Ajustamos diseño y mostrar la gráfica

```

```
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Comparación de Producción y Consumo para Mayo



Comparación de Producción y Consumo para Junio



```

In [22]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la suma mensual de producción y consumo
produccion_mensual = df_tiempo_produccion.groupby('Mes')['Producción horaria [kWh]'].

# Cargamos datos de consumo desde el archivo Excel, limitando a columnas 12 a 50
df_consumo = pd.read_excel(file_path_consumo, sheet_name='Hoja1', header=None, skipro

# Sumamos filas para obtener datos de consumo total por hora
df_consumo['Consumo total'] = df_consumo.sum(axis=1)

# Generamos fechas de consumo desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 co
df_tiempo_consumo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_consumo['Consumo total'] = df_consumo['Consumo total']

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para consumo
df_tiempo_consumo['Fecha'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_consumo['Hora'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_consumo['Mes'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la suma mensual de consumo
consumo_mensual = df_tiempo_consumo.groupby('Mes')['Consumo total'].sum()

# Calculamos autoconsumo y excedentes (inyección a la red)
autoconsumo = produccion_mensual.combine(consumo_mensual, min)
excedentes = produccion_mensual - autoconsumo

# Calculamos consumo de la red
consumo_red = consumo_mensual - autoconsumo

# Preparamos datos para el gráfico de queso
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

# Configuramos la figura del gráfico de queso
fig, axs = plt.subplots(4, 3, figsize=(20, 20))

# Iteramos sobre cada mes para graficar el gráfico de queso
for i, mes in enumerate(meses):
    row = i // 3 # Fila en la cuadrícula (0 a 3)
    col = i % 3 # Columna en la cuadrícula (0 a 2)
    ax = axs[row, col]

```

```

sizes = [max(autoconsumo[i+1], 0), max(excedentes[i+1], 0), max(consumo_red[i+1], 0)]
labels = ['Autoconsumo', 'Excedentes', 'Consumo de la red']
colors = ['green', 'blue', 'red']

```

```

ax.pie(sizes, labels=labels, colors=colors, autopct='%1.1f%%', startangle=140)
ax.set_title(f'{mes}', fontsize=12)

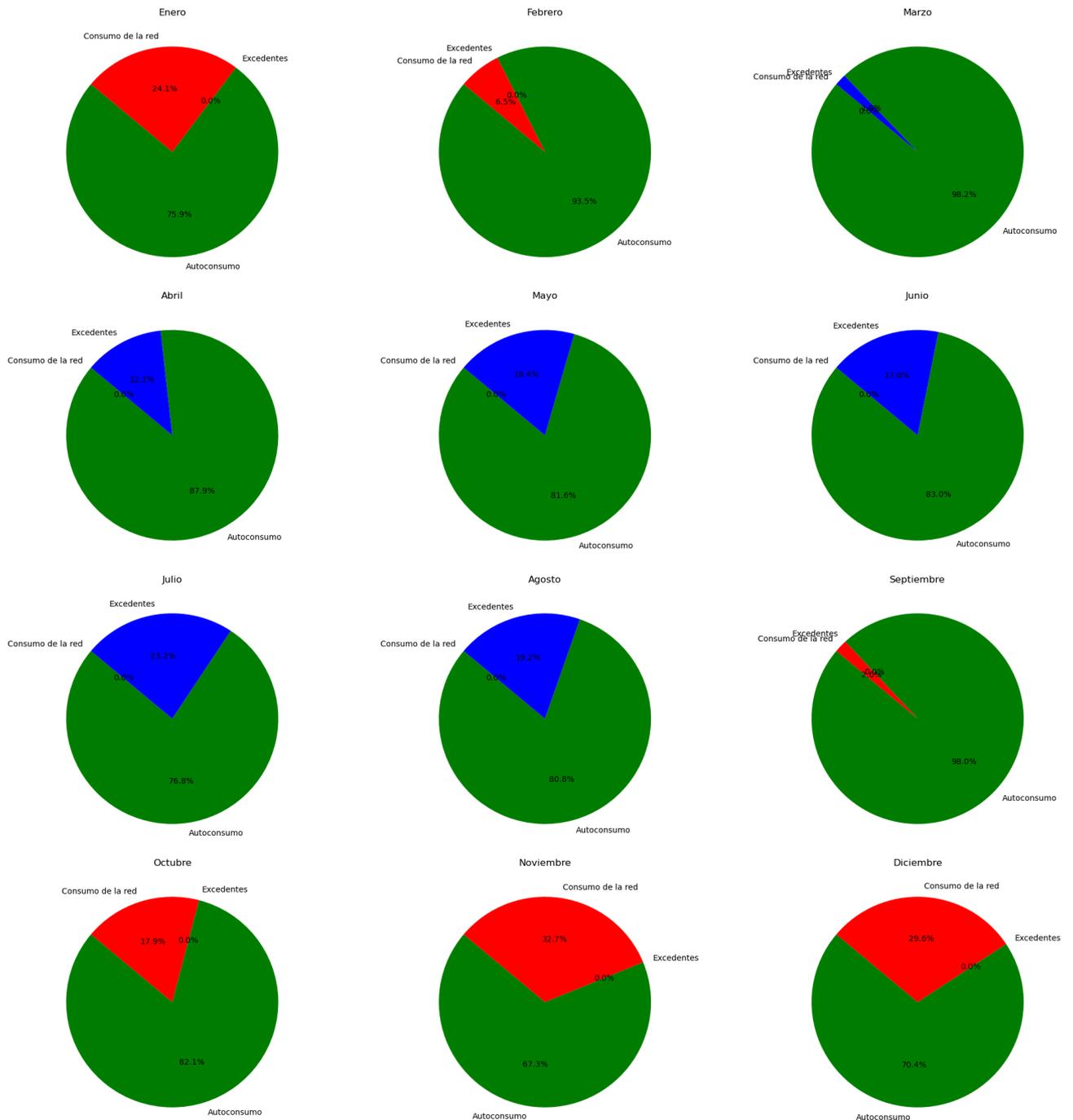
```

Ajustamos diseño y mostrar la gráfica

```

plt.tight_layout()
plt.show()

```



```

In [27]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Cargamos datos de consumo desde el archivo Excel, limitando a columnas 12 a 50
df_consumo = pd.read_excel(file_path_consumo, sheet_name='Hoja1', header=None, skipro

# Sumamos filas para obtener datos de consumo total por hora
df_consumo['Consumo total'] = df_consumo.sum(axis=1)

# Generamos fechas de consumo desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 co
df_tiempo_consumo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_consumo['Consumo total'] = df_consumo['Consumo total']

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para consumo
df_tiempo_consumo['Fecha'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_consumo['Hora'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_consumo['Mes'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.month

# Filtramos datos para las horas específicas (12:00)
produccion_12 = df_tiempo_produccion[df_tiempo_produccion['Hora'] == 12].groupby('Mes')
consumo_12 = df_tiempo_consumo[df_tiempo_consumo['Hora'] == 12].groupby('Mes')['Consumo

# Calculamos autoconsumo y excedentes para las horas específicas
autoconsumo_12 = produccion_12.combine(consumo_12, min)
excedentes_12 = produccion_12 - autoconsumo_12
consumo_red_12 = consumo_12 - autoconsumo_12

# Preparamos datos para el gráfico de queso
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

# Configuramos la figura del gráfico de queso
fig, axs = plt.subplots(4, 3, figsize=(20, 20)) # 4 filas, 3 columnas para cada mes

# Graficamos para las 12:00
for i, mes in enumerate(meses):
    row = i // 3
    col = i % 3
    sizes_12 = [max(autoconsumo_12[i+1], 0), max(excedentes_12[i+1], 0), max(consumo_
    labels_12 = ['Autoconsumo', 'Excedentes', 'Consumo de la red']
    colors_12 = ['green', 'blue', 'red']

    axs[row, col].pie(sizes_12, labels=labels_12, colors=colors_12, autopct='%1.1f%%'

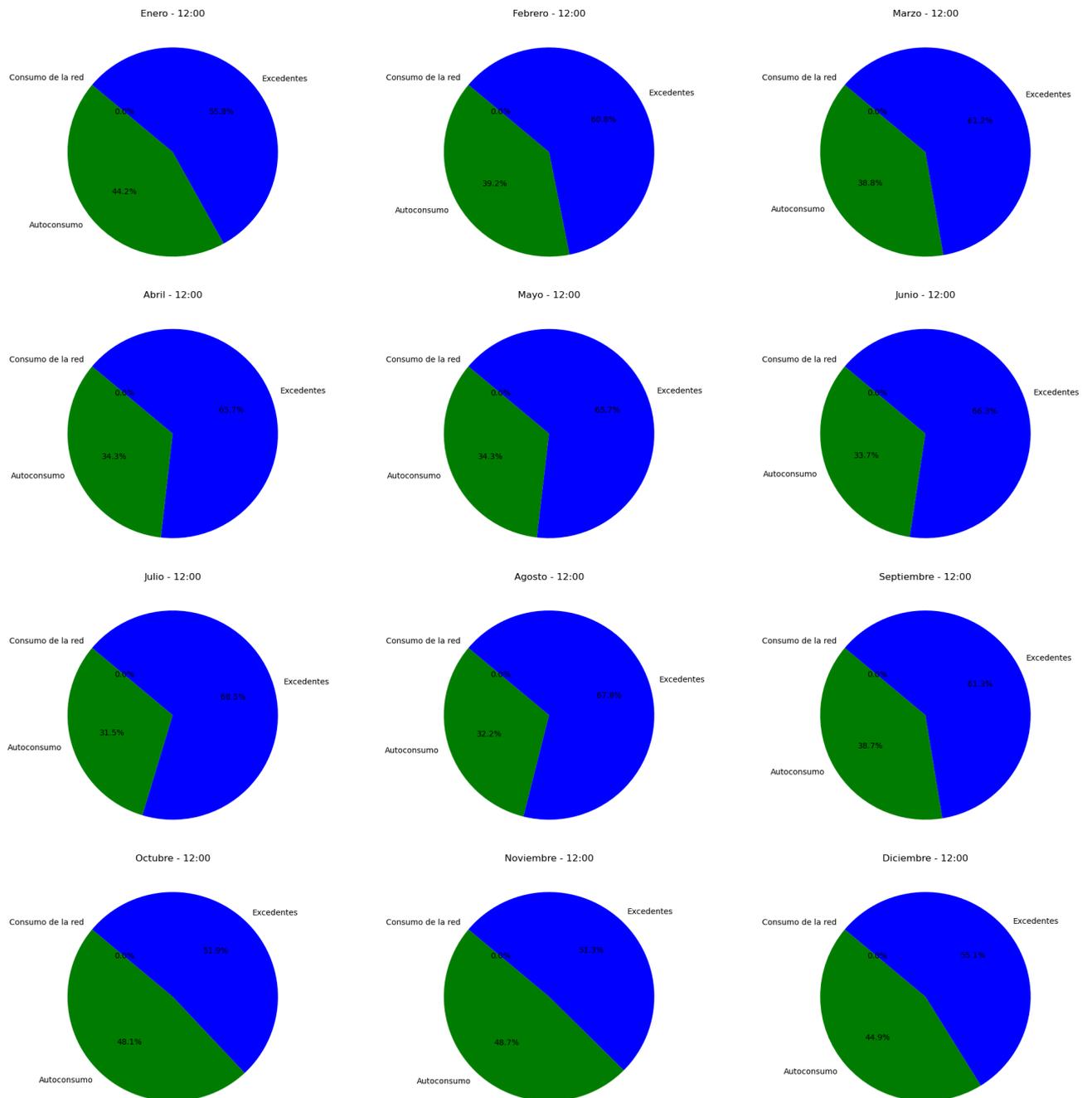
```

```
axs[row, col].set_title(f'{mes} - 12:00', fontsize=12)
```

```
# Ajustamos el diseño de La gráfica y mostrarla
```

```
plt.tight_layout()
```

```
plt.show()
```



```

In [4]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Coeficientes de reparto
coeficientes_reparto = {
    'Industrial 1_1': 11/80,
    'Industrial 1_2': 13/80,
    'Industrial 1_3': 11/100,
    'Industrial 1_4': 0.09,
    'Industrial 2_1': 11/80,
    'Industrial 2_2': 13/80,
    'Industrial 2_3': 11/100,
    'Industrial 2_4': 0.09
}

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Aplicamos los coeficientes de reparto a la producción
df_produccion['Producción horaria [kWh]'] *= sum(coeficientes_reparto.values())

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Cargamos datos de consumo desde el archivo Excel, limitando a columnas 42 a 50
df_consumo = pd.read_excel(file_path_consumo, sheet_name='Hoja1', header=None, skipro

# Sumamos filas para obtener datos de consumo total por hora
df_consumo['Consumo total'] = df_consumo.sum(axis=1)

# Generamos fechas de consumo desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 con
df_tiempo_consumo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_consumo['Consumo total'] = df_consumo['Consumo total']

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para consumo
df_tiempo_consumo['Fecha'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_consumo['Hora'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_consumo['Mes'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.month

# Filtramos datos para las horas específicas (19:00)
produccion_19 = df_tiempo_produccion[df_tiempo_produccion['Hora'] == 19].groupby('Mes')
consumo_19 = df_tiempo_consumo[df_tiempo_consumo['Hora'] == 19].groupby('Mes')['Consumo

# Calculamos autoconsumo y excedentes para las horas específicas
autoconsumo_19 = produccion_19.combine(consumo_19, min)
excedentes_19 = produccion_19 - autoconsumo_19
consumo_red_19 = consumo_19 - autoconsumo_19

```

```

# Preparamos datos para el gráfico de queso
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

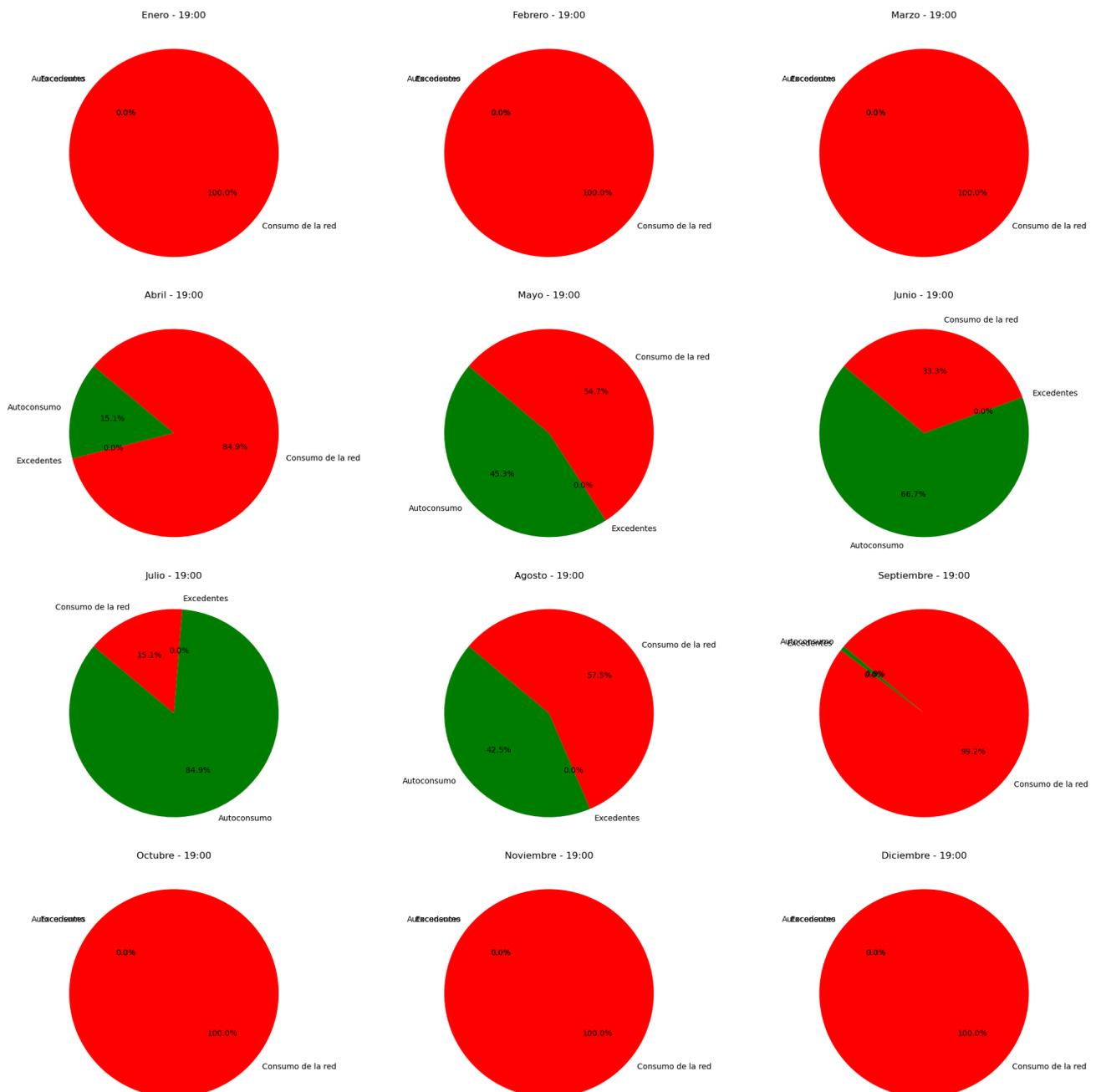
# Configuramos la figura del gráfico de queso
fig, axs = plt.subplots(4, 3, figsize=(20, 20)) # 4 filas, 3 columnas para cada mes

# Graficamos para Las 19:00
for i, mes in enumerate(meses):
    row = i // 3
    col = i % 3
    sizes_19 = [max(autoconsumo_19.get(i+1, 0), 0), max(excedentes_19.get(i+1, 0), 0)
    labels_19 = ['Autoconsumo', 'Excedentes', 'Consumo de la red']
    colors_19 = ['green', 'blue', 'red']

    axs[row, col].pie(sizes_19, labels=labels_19, colors=colors_19, autopct='%1.1f%%'
    axs[row, col].set_title(f'{mes} - 19:00', fontsize=12)

# Ajustamos el diseño de La gráfica y mostrarla
plt.tight_layout()
plt.show()

```



```

In [1]: import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Rutas de Los archivos Excel
file_path_produccion = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\dimensionamiento_FV.xlsx'
file_path_consumo = 'C:\\Users\\barre\\Desktop\\TFM\\Curvas de Carga Modificado.xlsx'

# Coeficientes de reparto
coeficientes_reparto = {
    'Industrial 1_1': 11/80,
    'Industrial 1_2': 13/80,
    'Industrial 1_3': 11/100,
    'Industrial 1_4': 0.09,
    'Industrial 2_1': 11/80,
    'Industrial 2_2': 13/80,
    'Industrial 2_3': 11/100,
    'Industrial 2_4': 0.09
}

# Cargamos datos de producción desde el archivo Excel
df_produccion = pd.read_excel(file_path_produccion, sheet_name='dimensionamiento FV',

# Aplicamos los coeficientes de reparto a la producción
df_produccion['Producción horaria [kWh]'] *= sum(coeficientes_reparto.values())

# Generamos fechas de producción desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020
start_date = pd.Timestamp('2020-01-01 00:09')
end_date = pd.Timestamp('2020-12-31 23:09')
date_range = pd.date_range(start=start_date, end=end_date, freq='H')

# Creamos DataFrame con fechas y horas para producción
df_tiempo_produccion = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_produccion['Producción horaria [kWh]'] = df_produccion['Producción horaria

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para producción
df_tiempo_produccion['Fecha'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_produccion['Hora'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_produccion['Mes'] = df_tiempo_produccion['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la suma mensual de producción y consumo
produccion_mensual = df_tiempo_produccion.groupby('Mes')['Producción horaria [kWh]'].

# Cargamos datos de consumo desde el archivo Excel, limitando a columnas 42 a 50
df_consumo = pd.read_excel(file_path_consumo, sheet_name='Hoja1', header=None, skipro

# Sumamos filas para obtener datos de consumo total por hora
df_consumo['Consumo total'] = df_consumo.sum(axis=1)

# Generamos fechas de consumo desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020 co
df_tiempo_consumo = pd.DataFrame(date_range, columns=['FechaHora'])
df_tiempo_consumo['Consumo total'] = df_consumo['Consumo total']

# Agregamos columnas de fecha, hora y mes para consumo
df_tiempo_consumo['Fecha'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.strftime('%Y%m%d')
df_tiempo_consumo['Hora'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.hour
df_tiempo_consumo['Mes'] = df_tiempo_consumo['FechaHora'].dt.month

# Calculamos la suma mensual de consumo
consumo_mensual = df_tiempo_consumo.groupby('Mes')['Consumo total'].sum()

# Calculamos autoconsumo y excedentes (inyección a la red)
autoconsumo = produccion_mensual.combine(consumo_mensual, min)
excedentes = produccion_mensual - autoconsumo

```

```
# Calculamos consumo de La red
consumo_red = consumo_mensual - autoconsumo

# Preparamos datos para el gráfico de queso
meses = ['Enero', 'Febrero', 'Marzo', 'Abril', 'Mayo', 'Junio', 'Julio', 'Agosto', 'S

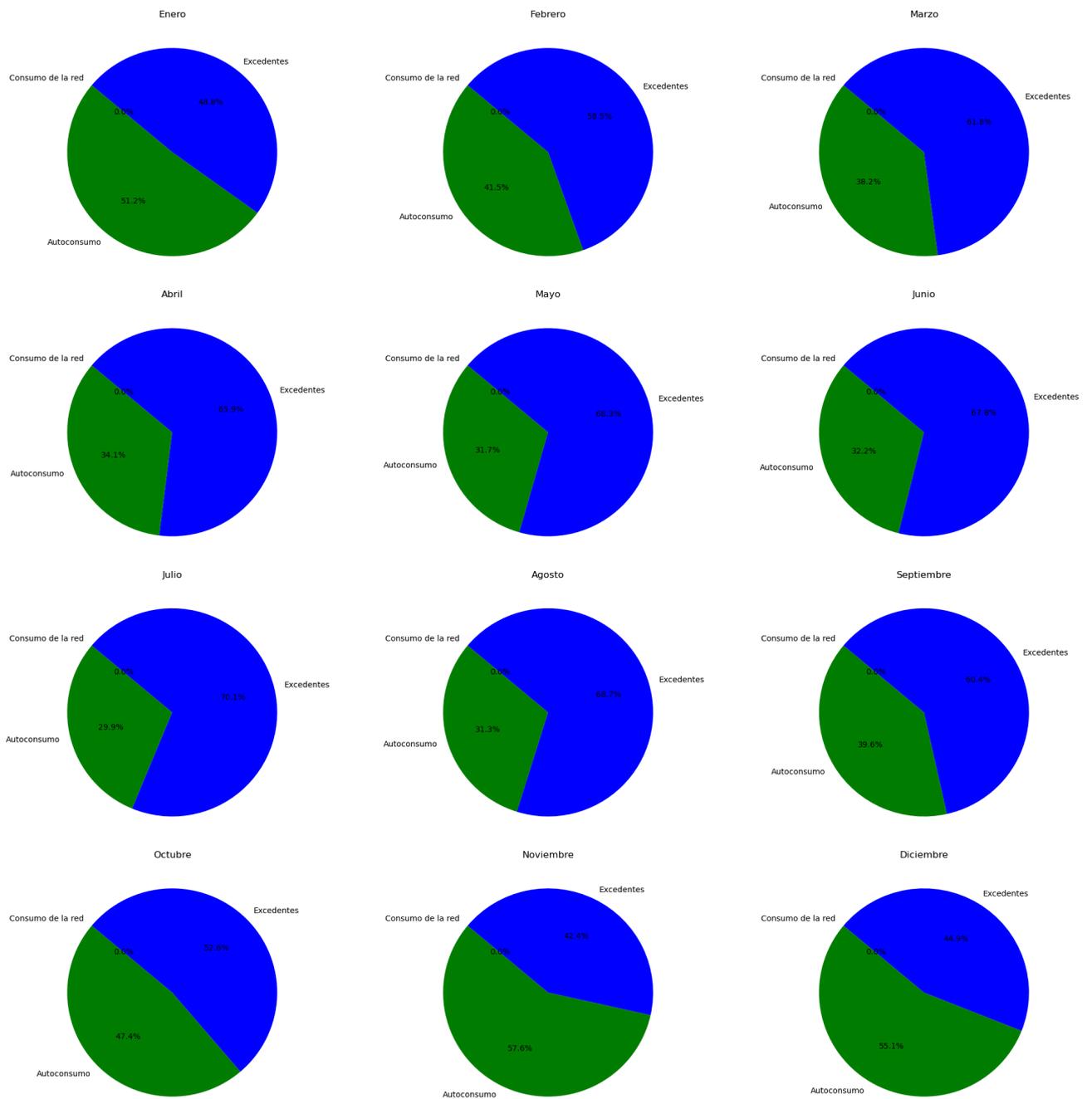
# Configuramos la figura del gráfico de queso
fig, axs = plt.subplots(4, 3, figsize=(20, 20))

# Iteramos sobre cada mes para graficar el gráfico de queso
for i, mes in enumerate(meses):
    row = i // 3 # Fila en la cuadrícula (0 a 3)
    col = i % 3 # Columna en la cuadrícula (0 a 2)
    ax = axs[row, col]

    sizes = [max(autoconsumo.get(i+1, 0), 0), max(excedentes.get(i+1, 0), 0), max(con
    labels = ['Autoconsumo', 'Excedentes', 'Consumo de la red']
    colors = ['green', 'blue', 'red']

    ax.pie(sizes, labels=labels, colors=colors, autopct='%1.1f%%', startangle=140)
    ax.set_title(f'{mes}', fontsize=12)

# Ajustamos diseño y mostrar la gráfica
plt.tight_layout()
plt.show()
```



In []:

Anexo III: Estudio básico de seguridad y salud

Se ha realizado un estudio básico de seguridad y salud a través de la herramienta CYPE sabiendo que se cumple los requisitos recogidos en el artículo 4 del real decreto 1627/1997 que establece disposiciones mínimas para este tema en obras constructivas:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto no sea igual o superior a 450.000 euros
- Que la duración estimada no sea superior a 30 días laborables, ni empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no sea superior a 500.
- Las obras no sean de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

I. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. MEMORIA

1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido

- 1.1.1. Justificación
- 1.1.2. Objeto
- 1.1.3. Contenido del EBSS

1.2. Datos generales

- 1.2.1. Agentes
- 1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución
- 1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno
- 1.2.4. Características generales de la obra

1.3. Medios de auxilio

- 1.3.1. Medios de auxilio en obra
- 1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

- 1.4.1. Vestuarios
- 1.4.2. Aseos
- 1.4.3. Comedor

1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

- 1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra
- 1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra
- 1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.
- 1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas

1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables

- 1.6.1. Caídas al mismo nivel
- 1.6.2. Caídas a distinto nivel.
- 1.6.3. Polvo y partículas
- 1.6.4. Ruido
- 1.6.5. Esfuerzos
- 1.6.6. Incendios
- 1.6.7. Intoxicación por emanaciones

1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse

- 1.7.1. Caída de objetos
- 1.7.2. Dermatitis
- 1.7.3. Electrocuciiones
- 1.7.4. Quemaduras
- 1.7.5. Golpes y cortes en extremidades

1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento

- 1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas
- 1.8.2. Trabajos en instalaciones
- 1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices

1.9. Trabajos que implican riesgos especiales

1.10. Medidas en caso de emergencia

1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.

3. PLIEGO

3.1. Pliego de cláusulas administrativas

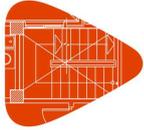
- 3.1.1. Disposiciones generales
- 3.1.2. Disposiciones facultativas

- 3.1.3. Formación en Seguridad
- 3.1.4. Reconocimientos médicos
- 3.1.5. Salud e higiene en el trabajo
- 3.1.6. Documentación de obra
- 3.1.7. Disposiciones Económicas

3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares

- 3.2.1. Medios de protección colectiva
- 3.2.2. Medios de protección individual
- 3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort

1. MEMORIA



1.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido

1.1.1. Justificación

La obra proyectada requiere la redacción de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, ya que se cumplen las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

1.1.2. Objeto

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.1.3. Contenido del EBSS

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

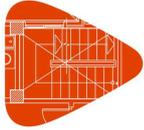
En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.2. Datos generales

1.2.1. Agentes

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor: Samuel Barreto González
- Autor del proyecto: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna
- Constructor - Jefe de obra:
- Coordinador de seguridad y salud:



1.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Proyecto de Autoconsumo Colectivo con Energía Solar Fotovoltaica en una Comunidad Energética Local
- Plantas sobre rasante:
- Plantas bajo rasante:
- Presupuesto de ejecución material: 61.037,93€
- Plazo de ejecución: 6 meses
- Núm. máx. operarios: 3

1.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: C. la Campana,3, 38109 Santa Cruz de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife)
- Accesos a la obra:
- Topografía del terreno:
- Edificaciones colindantes:
- Servidumbres y condicionantes:
- Condiciones climáticas y ambientales:

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

1.2.4. Características generales de la obra

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

1.2.4.1. Cimentación

A fijar.

1.2.4.2. Estructura de contención

A fijar.

1.2.4.3. Estructura horizontal

A fijar.

1.2.4.4. Fachadas

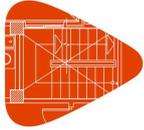
A fijar.

1.2.4.5. Soleras y forjados sanitarios

A fijar.

1.2.4.6. Cubierta

A fijar.



1.2.4.7. Instalaciones

A fijar.

1.2.4.8. Partición interior

A fijar.

1.3. Medios de auxilio

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

1.3.1. Medios de auxilio en obra

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Se contendrá un mínimo será:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

1.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

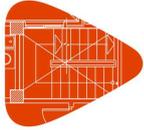
NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria (Urgencias)	Urgencias C. S. Los Gladiolos C. Ganivet, 5, 38007 Santa Cruz de Tenerife 922478251	5,00 km

La distancia al centro asistencial más próximo C. Ganivet, 5, 38007 Santa Cruz de Tenerife se estima en 15 minutos, en condiciones normales de tráfico.

1.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.



1.4.1. Vestuarios

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

1.4.2. Aseos

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

1.4.3. Comedor

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

1.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

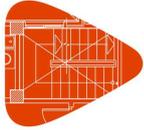
A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida.
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación.
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída



- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios.
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje.
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas.
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado.
- Casco de seguridad con barboquejo.
- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero.
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavo.
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable.
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

1.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

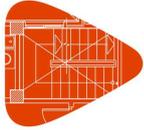
1.5.1.1. Instalación eléctrica provisional

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas



- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos.
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

1.5.1.2. Vallado de obra

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a vibraciones y ruido.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo reflectante.

1.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra

1.5.2.1. Cimentación

Riesgos más frecuentes

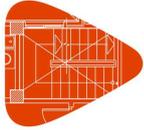
- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras



- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

1.5.2.2. Estructura

Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

1.5.2.3. Cerramientos y revestimientos exteriores

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

1.5.2.4. Cubiertas

Riesgos más frecuentes

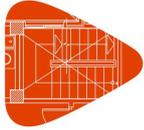
- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI):

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable.



- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.5.2.5. Particiones

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Exposición a vibraciones y ruido.
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades.
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas.
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura.
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de cuero.
- Calzado con puntera reforzada
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Faja antilumbago.
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos.

1.5.2.6. Instalaciones en general

Riesgos más frecuentes

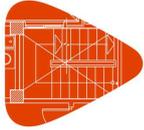
- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad.
- Compradores de tensión.
- Herramientas aislantes.



1.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a la legislación vigente en la materia.

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.3.1. Puntales

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado.
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse.
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.

1.5.3.2. Torre de hormigonado

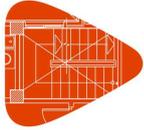
- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada".
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz.

1.5.3.3. Escalera de mano

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros.
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.
- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

1.5.3.4. Andamio de borriquetas

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.



- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

1.5.4. Durante la utilización de maquinaria y herramientas

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

- a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.
- b) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.4.1. Pala cargadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente
- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala

1.5.4.2. Retroexcavadora

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha.
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

1.5.4.3. Camión de caja basculante

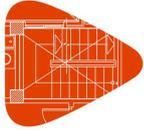
- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.
- No se circulará con la caja izada después de la descarga.

1.5.4.4. Camión para transporte

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina

1.5.4.5. Camión grúa

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros.
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.



- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

1.5.4.6. Hormigonera

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un interruptor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los trabajos

1.5.4.7. Vibrador

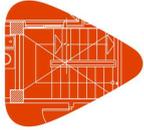
- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de riesgo
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará $2,5 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de 5 m/s^2

1.5.4.8. Martillo picador

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.
- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

1.5.4.9. Maquinillo

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas.
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma.



- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante.
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar.
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo.
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante
- El arriostramiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material.
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante.

1.5.4.10. Sierra circular

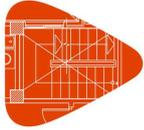
- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

1.5.4.11. Sierra circular de mesa

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por paredes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra
- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo

1.5.4.12. Cortadora de material cerámico

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- la protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo



1.5.4.13. Equipo de soldadura

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura.
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

1.5.4.14. Herramientas manuales diversas

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante.
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares.
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido que establece la legislación vigente en materia de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

1.6. Identificación de los riesgos laborales evitables

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

1.6.1. Caídas al mismo nivel

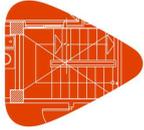
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

1.6.2. Caídas a distinto nivel.

- Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.
- Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

1.6.3. Polvo y partículas

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo.
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.



1.6.4. Ruido

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

1.6.5. Esfuerzos

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

1.6.6. Incendios

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

1.6.7. Intoxicación por emanaciones

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.
- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

1.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

1.7.1. Caída de objetos

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.

Equipos de protección individual (EPI):

- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

1.7.2. Dermatitis

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

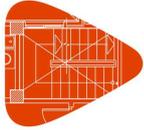
Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

1.7.3. Electrocuiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.



- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad.

1.7.4. Quemaduras

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.

1.7.5. Golpes y cortes en extremidades

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Equipos de protección individual (EPI):

- Guantes y botas de seguridad.

1.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

1.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

1.8.2. Trabajos en instalaciones

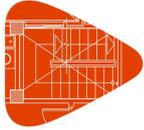
Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

1.8.3. Trabajos con pinturas y barnices

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

Una versión educativa de CYPE



1.9. Trabajos que implican riesgos especiales

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales que suelen presentarse en la demolición de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.
- Disposición de plataformas voladas.
- Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

1.10. Medidas en caso de emergencia

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista

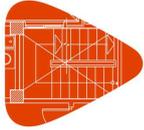
Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLES.



2.1. Y. Seguridad y salud

Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 10 de noviembre de 1995

Completada por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificada por:

Ley de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social

Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

Modificación de los artículos 45, 47, 48 y 49 de la Ley 31/1995.

B.O.E.: 31 de diciembre de 1998

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal

Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 24 de febrero de 1999

Completada por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completada por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de junio de 2003

Modificada por:

Ley de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 13 de diciembre de 2003

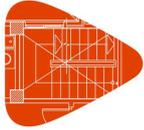
Desarrollada por:

Desarrollo del artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 2004

Completada por:



Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completada por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completada por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificada por:

Modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 23 de diciembre de 2009

Producido por una Resolución educativa de CYPE

Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 31 de enero de 1997

Completado por:

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

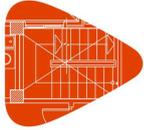
Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 21 de junio de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas

Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.



B.O.E.: 5 de noviembre de 2005

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración.

B.O.E.: 23 de marzo de 2010

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

Producido por una versión educativa de CYPE

Seguridad y Salud en los lugares de trabajo

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

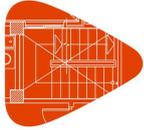
Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

Modificado por:

Medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las condiciones climatológicas, así como de promoción del uso del transporte público colectivo terrestre por parte de los jóvenes y prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas

Real Decreto Ley 4/2023, de 11 de mayo, de la Jefatura del Estado.



B.O.E.: 12 de mayo de 2023

Manipulación de cargas

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 24 de mayo de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y ampliación de su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos

Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 5 de abril de 2003

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

Utilización de equipos de trabajo

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 7 de agosto de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

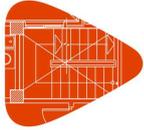
Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 25 de octubre de 1997

Modificado por:

Modificación del Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los

Producido por una versión educativa de CYPE



equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de noviembre de 2004

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención y de las Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 29 de mayo de 2006

Modificado por:

Desarrollo de la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

Disposición final tercera. Modificación de los artículos 13 y 18 del Real Decreto 1627/1997.

B.O.E.: 25 de agosto de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 12 de septiembre de 2007

Por una versión educativa de CYPE

21.1. YC. Sistemas de protección colectiva

21.1.1. YCU. Protección contra incendios

Real Decreto por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 2 de septiembre de 2015

Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

B.O.E.: 11 de octubre de 2021

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

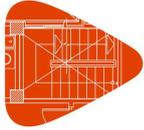
B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006



Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

2.1.2. YI. Equipos de protección individual

Utilización de equipos de protección individual

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 12 de junio de 1997

Corrección de errores:

Corrección de erratas del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 18 de julio de 1997

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Completado por:

Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto

Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de abril de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifica el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Real Decreto 1076/2021, de 7 de diciembre, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática.

B.O.E.: 8 de diciembre de 2021

2.1.3. YM. Medicina preventiva y primeros auxilios

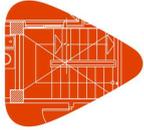
2.1.3.1. YMM. Material médico

Orden por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo, como parte de la acción protectora del sistema de la Seguridad Social

Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 11 de octubre de 2007

Producido por una versión educativa de CITE



2.1.4. YP. Instalaciones provisionales de higiene y bienestar

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

B.O.E.: Suplemento al nº 224, de 18 de septiembre de 2002

Modificado por:

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03

Sentencia de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo.

B.O.E.: 5 de abril de 2004

Completado por:

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico

Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial.

B.O.E.: 19 de febrero de 1988

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 22 de mayo de 2010

Texto consolidado

Modificado por:

Real Decreto por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo

Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

B.O.E.: 31 de diciembre de 2014

Modificado por el Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática

B.O.E.: 20 de junio de 2020

Modificado por el Real Decreto 450/2022, de 14 de junio, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática

B.O.E.: 15 de junio de 2022

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial

Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática.

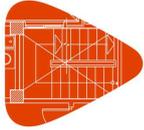
B.O.E.: 20 de junio de 2020

DB-HS Salubridad

Código Técnico de la Edificación (CTE). Documento Básico HS.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

Producido por una versión educativa de CYPE



Proyecto
Situación
Promotor

I. Estudio Básico de Seguridad y Salud
2. Normativa y legislación aplicables.

B.O.E.: 28 de marzo de 2006

Modificado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de octubre de 2007

Corrección de errores.

B.O.E.: 25 de enero de 2008

Modificado por:

Modificación de determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre

Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 23 de abril de 2009

Modificado por:

Orden por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 23 de junio de 2017

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, del Ministerio de Fomento.

B.O.E.: 27 de diciembre de 2019

Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones

Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 1 de abril de 2011

Desarrollado por:

Orden por la que se desarrolla el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por el Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo

Modificados los artículos 2 y 6 por la Orden ECE/983/2019.

Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

B.O.E.: 16 de junio de 2011

Modificado por:

Real Decreto por el que se aprueba el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del segundo dividendo digital

Real Decreto 391/2019, de 21 de junio, del Ministerio de Economía y Empresa.

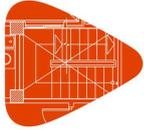
B.O.E.: 25 de junio de 2019

Modificado por:

Orden por la que se regulan las características de reacción al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de las edificaciones, se modifican determinados anexos del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones, aprobado por Real Decreto 346/2011, de 11 de marzo y se modifica la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, por la que se desarrolla dicho reglamento

Orden ECE/983/2019, de 26 de septiembre, del Ministerio de Economía y Empresa.

Producto de una versión educativa de CYPE



B.O.E.: 3 de octubre de 2019

Requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis

Real Decreto 487/2022, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad.

B.O.E.: 22 de junio de 2022

Texto consolidado. Última modificación: 11 de enero de 2023

Criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro

Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, del Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática.

B.O.E.: 11 de enero de 2023

2.1.5. YS. Señalización provisional de obras

2.1.5.1. YSB. Balizamiento

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 4 de julio de 2015

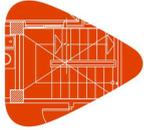
2.1.5.2. YSH. Señalización horizontal

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

Producido por una versión anterior de este documento. Se recomienda consultar la versión actualizada.



2.1.5.3. YSV. Señalización vertical

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.4. YSN. Señalización manual

Instrucción 8.3-IC Señalización de obras

Orden de 31 de agosto de 1987, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
B.O.E.: 18 de septiembre de 1987

2.1.5.5. YSS. Señalización de seguridad y salud

Señalización de seguridad y salud en el trabajo

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
B.O.E.: 23 de abril de 1997

Completado por:

Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 1 de mayo de 2001

Completado por:

Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 11 de marzo de 2006

Modificado por:

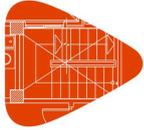
Real Decreto por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención; el R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el R.D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo

Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, del Ministerio de la Presidencia.
B.O.E.: 4 de julio de 2015

Producido por una versión educativa

Producido por una versión educativa de CYPE

3. PLIEGO



3.1. Pliego de cláusulas administrativas

3.1.1. Disposiciones generales

3.1.1.1. Objeto del Pliego de condiciones

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la construcción de la obra "Proyecto de Autoconsumo Colectivo con Energía Solar Fotovoltaica en una Comunidad Energética Local", situada en C. la Campana,3, 38109 Santa Cruz de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife (Santa Cruz de Tenerife), según el proyecto redactado por Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento.

3.1.2. Disposiciones facultativas

3.1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones y las obligaciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas en sus aspectos generales por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

3.1.2.2. El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso - al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El promotor tendrá la consideración de contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma.

3.1.2.3. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

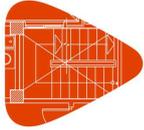
3.1.2.4. El contratista y subcontratista

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de



Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y consignas del coordinador en materia de seguridad y salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

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

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección facultativa y del promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.5. La dirección facultativa

Se entiende como dirección facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección facultativa y del promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.6. Coordinador de Seguridad y Salud en Proyecto

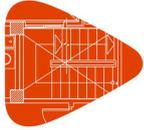
Es el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

3.1.2.7. Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el promotor, que forma parte de la dirección facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades asociadas a las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.



- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

3.1.2.8. Trabajadores Autónomos

Es la persona física, distinta del contratista y subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.1.2.9. Trabajadores por cuenta ajena

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

El contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.

3.1.2.10. Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

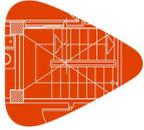
3.1.2.11. Recursos preventivos

Con el fin de verificar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Plan de Seguridad y Salud, el empresario designará para la obra los recursos preventivos correspondientes, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la dirección facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.



3.1.3. Formación en Seguridad

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

3.1.4. Reconocimientos médicos

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.

Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

3.1.5. Salud e higiene en el trabajo

3.1.5.1. Primeros auxilios

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

3.1.5.2. Actuación en caso de accidente

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

3.1.6. Documentación de obra

3.1.6.1. Estudio Básico de Seguridad y Salud

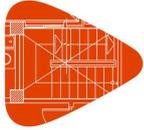
Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.

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

3.1.6.2. Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la 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, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio básico.

El coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de



seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la dirección facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

3.1.6.3. Acta de aprobación del plan

El plan de seguridad y salud elaborado por el contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la dirección facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

3.1.6.4. Comunicación de apertura de centro de trabajo

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.

La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

3.1.6.5. Libro de incidencias

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

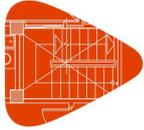
El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

3.1.6.6. Libro de órdenes

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la dirección facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.



3.1.6.7. Libro de subcontratación

El contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

Al libro de subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

3.1.7. Disposiciones Económicas

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el promotor y el contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Producido por una versión educativa de CYPE
- Fianzas
 - De los precios
 - Precio básico
 - Precio unitario
 - Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
 - Precios contradictorios
 - Reclamación de aumento de precios
 - Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
 - De la revisión de los precios contratados
 - Acopio de materiales
 - Obras por administración
 - Valoración y abono de los trabajos
 - Indemnizaciones Mutuas
 - Retenciones en concepto de garantía
 - Plazos de ejecución y plan de obra
 - Liquidación económica de las obras
 - Liquidación final de la obra

3.2. Pliego de condiciones técnicas particulares

3.2.1. Medios de protección colectiva

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del plan de seguridad y salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

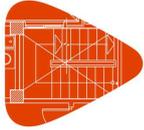
El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

3.2.2. Medios de protección individual

Dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil y controles a los que se



ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitaciones límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

3.2.3. Instalaciones provisionales de salud y confort

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotadas de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

3.2.3.1. Vestuarios

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Se dispondrá una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador destinada a vestuario, con una altura mínima de 2,30 m.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

3.2.3.2. Aseos y duchas

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

Las cabinas tendrán una superficie mínima de 2 m² y una altura mínima de 2,30 m.

La dotación mínima prevista para los aseos será de:

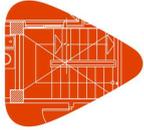
- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
 - 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
 - 1 secamanos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
 - 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
 - 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
 - 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

3.2.3.3. Retretes

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas de dimensiones mínimas 1,2x1,0 m con altura de 2,30 m, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.

Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.



3.2.3.4. Comedor y cocina

Los locales destinados a comedor y cocina estarán equipados con mesas, sillas de material lavable y vajilla, y dispondrán de calefacción en invierno. Quedarán separados de las áreas de trabajo y de cualquier fuente de contaminación ambiental.

En el caso de que los trabajadores lleven su propia comida, dispondrán de calentaplatos, prohibiéndose fuera de los lugares previstos la preparación de la comida mediante fuego, brasas o barbacoas.

La superficie destinada a la zona de comedor y cocina será como mínimo de 2 m² por cada operario que utilice dicha instalación.

Anexo IV: Fichas técnicas

En el presente anexo se ha anexo las fichas técnicas de aquellos componentes que se han usado para dimensionar la instalación fotovoltaica descartando aquellos que considere menos relevantes como son los elementos de protección y canalizaciones:

- Modulo fotovoltaico
- Estructura de soporte para los módulos fotovoltaicos
- Inversor



ASTRONERGY



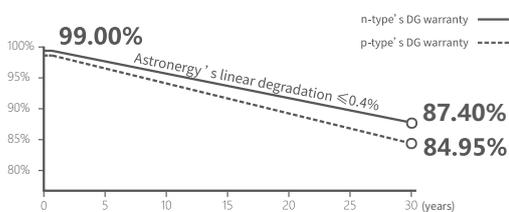
ASTRO N5

CHSM72N(DG)/F-BH
Bifacial Series

570~590W

Warranty

- 15** 15-year Product Warranty
- 30** 30-year Linear Power Warranty



Key Features

- TOPCon / Half-cut
- Low temperature coefficient (Pmpp)
- Non-destructive cutting
- PID resistance
- Low BOS cost & LCOE
- Bifacial gain



570~590W

POWER RANGE

0~+3%

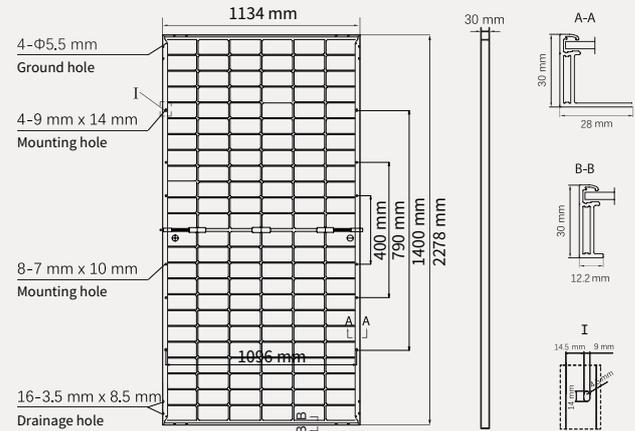
POWER SORTING

22.84%MAX MODULE
EFFICIENCY**≤ 1.0%**FIRST YEAR
POWER DEGRADATION**≤ 0.4%**YEAR 2-30
POWER DEGRADATION

Mechanical Specifications

Outer dimensions (L x W x H)	2278 x 1134 x 30 mm
Cell type	n-type mono-crystalline
No. of cells	144 (6*24)
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front / Back glass	2.0+2.0 mm
Cable length (Including connector)	Portrait: (+)350 mm, (-)250 mm; Customized length
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
① Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	HCB40 (Standard) / MC4-EVO2A (Optional)
Module weight	32.1 kg
Packing unit	36 pcs / box
Weight of packing unit (for 40'HQ container)	1207 kg
Modules per 40' HQ container	720 pcs (Subject to sales contract)

① Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.
Maximum Mechanical Test Load=1.5×Maximum Mechanical Design Load.



Electrical Specifications

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25° C, AM=1.5

Rated output (Pmpp / Wp)	570	575	580	585	590
Rated voltage (Vmpp / V)	42.77	42.94	43.11	43.27	43.45
Rated current (Impp / A)	13.33	13.39	13.45	13.52	13.58
Open circuit voltage (Voc / V)	50.90	51.10	51.30	51.50	51.70
Short circuit current (Isc / A)	14.10	14.19	14.28	14.36	14.45
Module efficiency	22.07%	22.26%	22.45%	22.65%	22.84%

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

Rated output (Pmpp / Wp)	428.6	432.4	436.2	439.9	443.7
Rated voltage (Vmpp / V)	40.26	40.42	40.59	40.73	40.89
Rated current (Impp / A)	10.65	10.70	10.75	10.80	10.85
Open circuit voltage (Voc / V)	48.35	48.54	48.73	48.92	49.11
Short circuit current (Isc / A)	11.39	11.46	11.53	11.59	11.66

Electrical Specifications (Integrated power)

Pmpp gain	Pmpp / Wp	Vmpp / V	Impp / A	Voc / V	Isc / A
5%	609	43.11	14.12	51.30	14.99
10%	638	43.11	14.80	51.30	15.71
15%	667	43.12	15.47	52.31	16.42
20%	696	43.12	16.14	52.31	17.14
25%	725	43.12	16.81	52.31	17.85

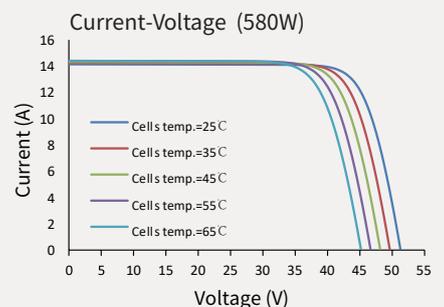
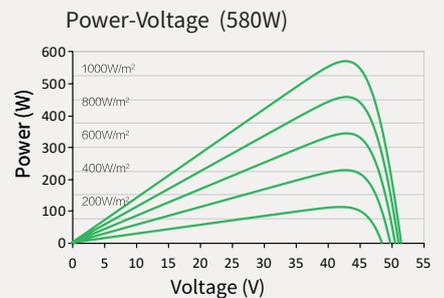
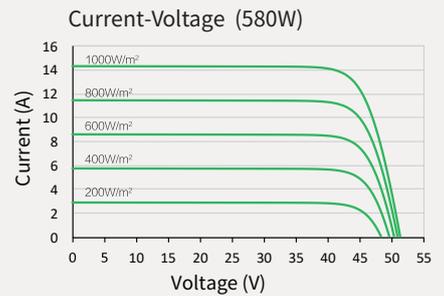
Electrical characteristics with different rear power gain (reference to 580W)

Temperature Ratings (STC)

Operating Parameters

Temperature coefficient (Pmpp)	-0.29%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (Isc)	+0.043%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (Voc)	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	30 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41±2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V _{DC}

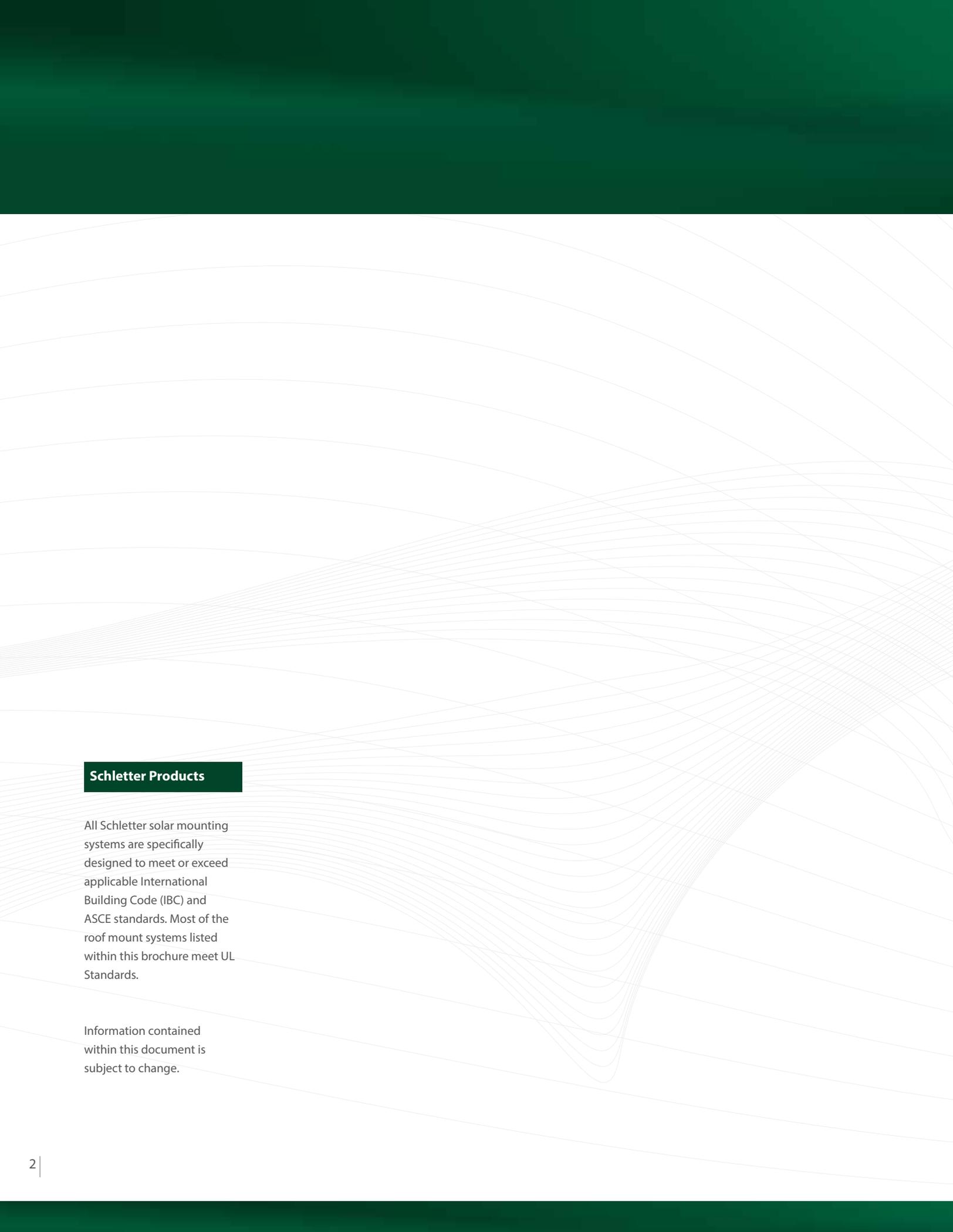
Curve



Schletter Solar Mounting Systems

System Overview *Roof Mount*





Schletter Products

All Schletter solar mounting systems are specifically designed to meet or exceed applicable International Building Code (IBC) and ASCE standards. Most of the roof mount systems listed within this brochure meet UL Standards.

Information contained within this document is subject to change.

CONTENTS

General Information	4
System Design	5
Standard Flush Mount	6
Roof Hooks	6
Standoff	6
Sheet Metal Attachments	7
Mounting Options	8
Components	10
Module Clamps, Laminate and Framed	10
Laminate Safety Hooks	10
SolTub, Ballast Tray	10
Rails and Cross Beams	11
Flat Roof Systems	12
Facade & Awnings	14
Accessories	14

General Information

Schletter® solar photovoltaic (PV) mounting systems are designed as modular systems using quality materials including aluminum and stainless steel. Our easy-to-use systems allows for connections to most modules and in nearly any solar mounting situation or configuration.

Setup for Success

We equip our customers with tools for success including:

- Installation manuals
- Calculation programs
- System drawings
- Structural analysis documentation

These tools combined with Schletter's commitment to a successful partnership with our customer' ensures the highest quality installation, product safety, and cost savings.

State-of-the-Art Production Facilities

Schletter is proud of its state-of-the-art production facilities that allow us to provide innovative and cost-effective manufacturing of both standard and custom components and systems.

Standards Schletter adheres to include:

- Welding procedures are certified according to DIN 18.800 (welding standard for supporting structures)
- Quality control is carried out according to DIN ISO 9001:2008 and all our aluminum system components are backed by a 20 year warranty

For more information about all Schletter offerings, please visit our website and review our brochures at www.schletter.us. Schletter Inc. proudly manufacturers its products in Shelby, North Carolina.

Please Note:

- In this brochure, each system component is briefly described. Further information about the single components can be found in the Components Overview and the detailed spec-sheets on the single components available on our websites. For U.S. documentation and information visit www.schletter.us or for Canadian specific information at www.schletter.ca.
- Further information on the different types of mounting systems is summarized in product sheets.

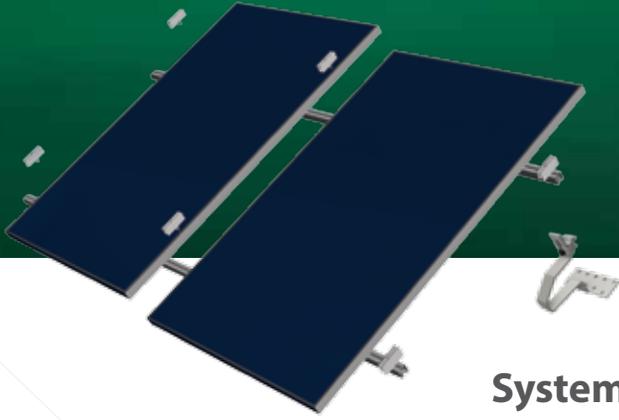
Important information

In this brochure, the system components are described briefly. Further information about the individual components can be found in the component overview.

Further information about the different systems are summarized in product sheets and application instructions.

➔ This sign refers to additional product documentation online.

➔ This sign refers to further relevant documents.



System Design

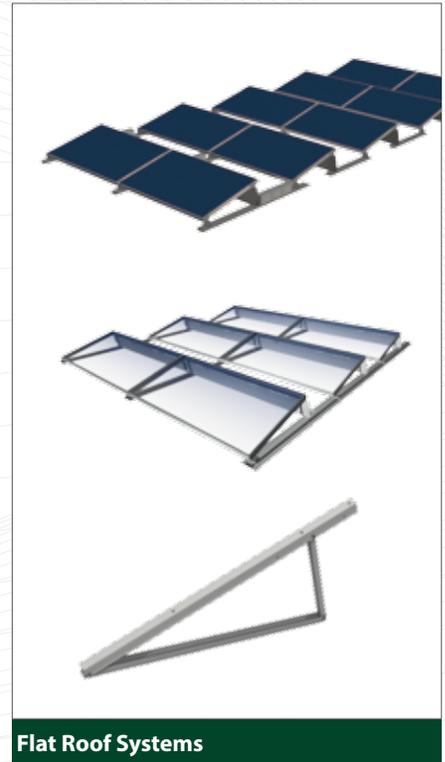
Regardless of the solar (PV) mounting systems, each system follows similar principals to connect to a roof or the ground. In general, a PV roof-mounted system consists of rails carrying row(s) of modules and a connection to the roof an/or substructure. This connection is accomplished by means of fastening elements appropriate for the roofing material. Schletter offers ETL Listed module clamps to electrically bond the system once installed, in addition to a variety of accessories for most applications.

The vast majority of modules are mounted vertically or horizontally. While there are various kinds of system configurations available, always check that configurations are structurally sound and 100% code compliant, meeting local building code.



Flush Mount Systems

The system is mounted parallel to the roof.



Flat Roof Systems

On flat roof, the inclination angle of modules can be changed to increase solar yields.

FLUSH MOUNT



Schletter Standard Flush Mount

The easiest option for a flush-mounted roof top system (also called roof parallel) is made up of the following components:

- Roof attachment (also referred to as fastening elements)
- Module carrying rails — connect directly to the roof attachment
- Module clamps and hardware needed to attach clamps

Schletter provides Powersite, an ease-to-use online design and ordering tool which includes the flush mount design application (Powerhouse). **Please visit www.schletter.us to design a Standard Flush Mount** system or contact your Schletter Sales Representative for assistance.

Flush Mount Roof Connections

A wide range of roof hooks, standoff's, and a variety of other types of fastening elements enable a safe, secure connection of the solar mounting system to almost any roof construction. Structural design tools indicate the number of fastening elements required for installation in the roof's corner and edge zones (array perimeter) as well as define the possible rail span under specific wind and snow conditions. Please visit www.schletter.us and select the Flush Mount Design Tool to begin your layout. For larger projects, please contact a Schletter team member for design and ordering assistance.

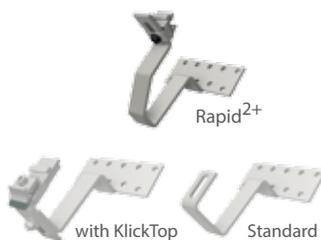
For more details on all fastening elements, see the Components Catalog.

➔ Component Overview: Roof Attachments

Roof Hooks

Roof hooks are available for asphalt shingle, most tile, and slate roofing material. The Rapid²⁺ design feature allows for quick connections to Schletter rails, saving valuable installation time. The economically priced welded hook designs are available in different thicknesses to accommodate for varying snow and wind loads. All hooks are made of high-grade stainless steel grade 304.

In addition to Schletter manufactured roof hooks, Schletter distributes Quick Mount PV[®] kits specifically designed to quickly connect to Schletter rails, as well as EcoFasten[®]. Both Quick Mount PV and EcoFasten kits include flashing and hardware required for installation and are included in Schletter online design tool.



Standoff

Standoff are a penetrating alternative attachment method on various types of roofs. They can be used on asphalt shingle, concrete tile and on flat roof applications where a tilt up system is being installed. As with any roof-penetrating system, it is suggested that standoffs are sealed for watertightness by a licensed roofer.

Sheet Metal Roof Attachments

With the variety of metal roofing material, it is necessary to have a selection of fastening elements to choose. Schletter offers products for corrugated sheet metal, trapezoidal, and standing seam connections. Though Schletter offers components for many sheet metal roofing materials, and offers products to help seal penetrations, responsibility for installation and sealing lies with the installer for all roof penetrating products.

Corrugated Sheet Metal Roof Attachments

Since there are many different types of corrugated sheet metal roofs, different attachment methods are needed for optimal connections. Penetrations should be made on the corrugations rather than the valleys of the sheet metal to minimize the possibility of leaks due to roof penetrations.

Single VarioFix-V™

The VarioFix-V is an off-the-shelf fastening device for trapezoidal shaped corrugated sheet metal roofs, similar to the Fix2000 mentioned below. Single VarioFix-V penetrates directly into the corrugation and NOT into the wooden or steel substructure of the building. A minimum of 24 gauge roof metal is required. The VarioFix-V has an EPDM insert for additional sealing and is delivered with sealing washers.

➔ [VarioFix-V Product Sheet](#)

Fix2000™ and the Fix2000™ KlickTop™

The Fix2000 clamp is custom manufactured for the individual trapezoidal sheet metal form, and is mounted with four self-drilling, self-sealing screws. Penetrating directly into the corrugation and NOT into the wooden or steel substructure of the building. A minimum of 24 gauge roof metal is required for this option. An optional EPDM insert is available for additional sealing and is delivered with sealing washers. The alternative to the Fix2000 standard mount includes the KlickTop connector for ease of installation.

➔ [Fix2000/Fix2000 KlickTop Product Sheet](#)

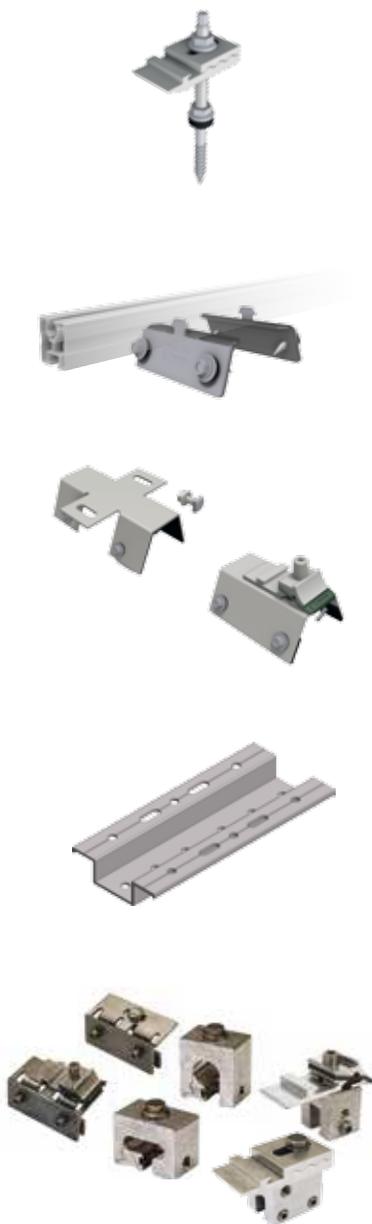
FixT™

The FixT is a universal connection device for trapezoidal sheet metal roofs. In this standard design, several pre-punched holes are available to meet the needs of various spans. With the FixT, the load is transferred to the substructure using self-tapping screws for steel purlins, or with lag screws for wood purlins. Special connection components made of aluminum ensure a secure connection to the majority of roof decking.

Standing Seam Clamps

On sheet metal roofs, with standing seams, standing seam clamps are used for the roof connection and to carry the rail. Schletter offers the 503 Standing Seam Clamp and a range of S-5!® clamps which securely pinch the seam and do not interfere or damage the integrity of the seam. The structural integrity of the roof cladding must be taken into account (e.g. adequately fastened to the substructure to withstand the wind loads).

A standing seam clamp application on titanium-zinc sheet metal roofs is not recommended, as these roofs are very brittle at subzero temperatures, which easily leads to crack formation. We offer clamps for the more popular sheet metal roofing types.

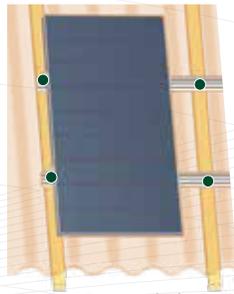


FLUSH MOUNT

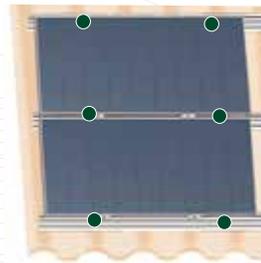
Mounting Options



Pitched roofs require different types of installation requirements depending on site conditions. Modules will be mounted in landscape or portrait and may require more than one layer of rail. Such cross rail installations are offered under Schletter's GridNorm system for use when the substructure does not offer suitable connection points.



Portrait Flush Mount



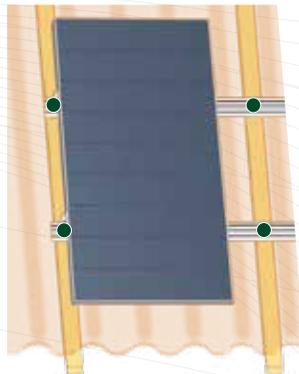
Landscape Flush Mount



GridNorm Cross Rails

Single Layered Flush Mount System

In the majority of flush mount installations, it is recommended to install modules in portrait (vertical) position.



Vertical to the Substructure — Rafter



Vertical to the Substructure — Purlin

Cross connector Rapid / KlickTop



- ➔ GridNorm product sheet
- ➔ Component overview

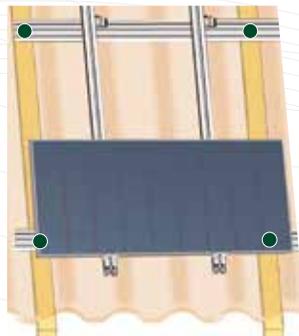
GridNorm™ System: Layer Design with Cross Rails

GridNorm is the solution when a racking system needs to be configured as a layer system. A layer system adds an additional load distributing rail to the Standard Flush Mount (see following images). It is needed when the roof substructure does not meet with the span requirements of the roof attachments, or when a special module orientation is needed in relation to the direction the trusses run to the module carrying rails. A load distributing rail should always cross the load carrying trusses of the roof in a 90° angle. If the cross rails cannot achieve that directly due to the module orientation, a second rail layer is needed. Rails in a layer system are connected using the KlickTop™ Cross Connector.

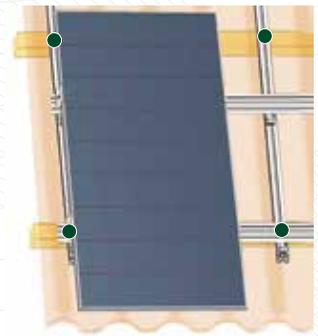
➔ [GridNorm Product Sheet](#)

Cross Rail

Cross rail mounting is highly recommended if the substructure does not feature suitable mounting locations.



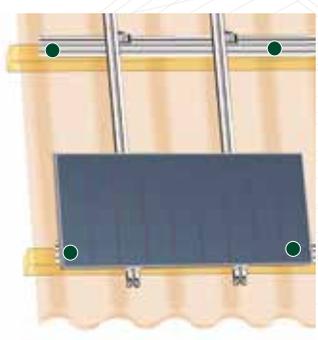
Cross Rail 1 — Rafter



Cross Rail 1 — Purlin



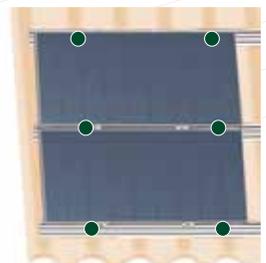
Cross Rail 2 — Rafter



Cross Rail 2 — Purlin

Linear Support

Designed specifically for horizontal (landscape) mounting.



COMPONENTS

Module Clamping and Components

Schletter mostly uses what is referred to as “top down” clamps. The clamps hold the modules to the rack by applying pressure to the module frame in a material-friendly manner. At the same time, the clamps distribute the loads evenly and avoid tensions on the module glass and the module cells. Schletter carries mid- and end-clamps for nearly all sizes of module frames. For detailed clamping and component information, please see:

➔ [Component Overview: Roof Attachments](#)



Eco Series™ Laminate Clamps

The Eco Series is used for frameless solar modules. There are different clamps for different module thicknesses. Please note that safety hooks are required for portrait (vertical) installation of modules on tilted systems. On frameless modules there cannot be too much pressure applied to hold the module to the rack. Otherwise the glass modules would break.



NEW! Rapid5K™ Clamps

Based on the time-testing Rapid2+ module clamp, the Rapid5K is Schletter’s latest product addition offering a more compact design and robust performance than its predecessor. Considered a top-down module clamp, the Rapid5K quickly clamps the modules to cross beams by using pressure to hold the module down, eliminating the use of cumbersome nuts and bolts. Meeting the latest UL 2703 requirements and Certification to ULC/ORD Standard C1703 the Rapid5K module clamp is used in conjunction with leading industry modules and Schletter systems. See system installation manuals for more details.



Laminate Safety Hooks

The laminate safety hook prevents gravity from pulling the module out of place. Safety hooks available in 0.26” / 6.8 mm and 0.31” / 8 mm sizes.



SolTub™

Often a PV system can be held on a roof or on the ground by being ballasted using concrete blocks or pavers, such as with the Windsafe™ System. Commonly this method is used on tilted systems on flat roof surfaces. There are several options for ballast holding devices that can be adapted to the rack design. SolTub aluminum trays simplify installation and reduce cost. Depending on wind loads, the height of building, tilt of the racking system, and the location of the racking system on the roof, different ballast requirements in terms of weight are needed. There are several sizes and dimensions of SolTubs offered in the Schletter line:

	Top width	Bottom width	Height
SolTub #2	421 mm / 16.6 in	287 mm / 11.3 in	75 mm / 3 in
SolTub #4	508 mm / 20 in	320 mm / 12.6 in	128 mm / 5 in

Rails and Cross Rails

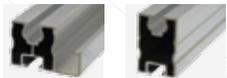
Series 05 Rails

The cross-beam or module carrying aluminum rails Eco05™, Solo05™, Profi05™ and ProfiPlus05™ are the most commonly used module carrying components of several different Schletter systems, especially in roof top applications. Each of the above mentioned rails has different characteristics with regard to its structural capabilities, such as span or load carrying ability. Please use the calculators provided in your client login at www.secure.schletter.us or www.secure.schletter.ca to determine which rail will fit your specific application.



Eco05

Solo05



Profi05

ProfiPlus05



S-Rail Series

The Rails in the S-Rail Series are named S0, S1, S1.5, S1.8, S2, S3, S3.5 and S4. These rails are commonly used as module carrying rails and are found mostly in the Schletter ground mounted systems (FS System™, PvMax™, Park@Sol™). Often these rails are combined with existing structures, such as carports, to accomplish large spans and integrate rail layers. Please ask a Schletter representative for specifics on structural aspects of the rails, such as span capabilities and load carrying capabilities.

DN-Rail Series

The DN rail series is mostly used in roof top applications as an additional load distributing beam running below the “main” racking system, resulting in a layer system or cross-rail system. DN rails are categorized from DN0, DN1, DN2, DN2.5 and DN3. Each of the rails has a different span capability and load-bearing capability. Structural characteristics are available upon request. A large variety of other profile shapes are available to cover various spans, systems and loading conditions. Please ask your Schletter representative about structural characteristics and further information.

FLAT ROOF

Overview of Tilted Mounting Systems

With a wide variety of system components to choose from as well as roof types and orientations, analyzing the specific needs of each mounting project is necessary. The following describes different types of flat roof systems and system components that may be used in tilted mounting systems. Generally, two types of tilted mounting systems are available:

- a) Ballasted solutions (non-penetrating)
- b) Roof penetrating systems

Ballasted solutions should be used after a thorough examination performed on the basis of turbulent wind flow conditions and extensive wind-tunnel testing results. Schletter offers extensive design analysis using software adhering to the latest IBC code standards. It is not recommended to install a ballasted solution without verifying, with a structural engineer, the structure's ability to support the loading conditions imparted by the system. Additionally, PE stamped loading calculations will normally be required by building authorities.

A **penetrating system**, connected to a tilted mounting superstructure, follows the same roof material considerations as described in the previous sections, as well as attention to the roof orientation. A tilted system is, in general, built up of the following components:

- Ballast tub (ballast holding device) or a roof attachment for applications with penetrating systems
- Support triangle manufactured to the specified tilt of the system
- Cross beams to hold the modules
- Module clamps
- Wind deflector to reduce wind loads on rack

In the case of a penetrating system a distribution rail between the roof attachment and the support triangle may be needed in addition to meet spans for tie in points.

Tilted systems are usually designed by a Schletter representative to the specifications of the customer (tilt, lengths, modules stacked on top of each other, landscape or portrait orientation, wind and snow loads etc.). Please call a Schletter team member for more information or to request a design.

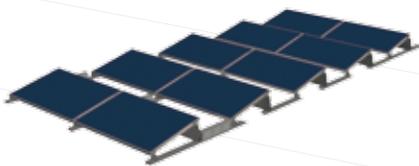
Ballasted System Options

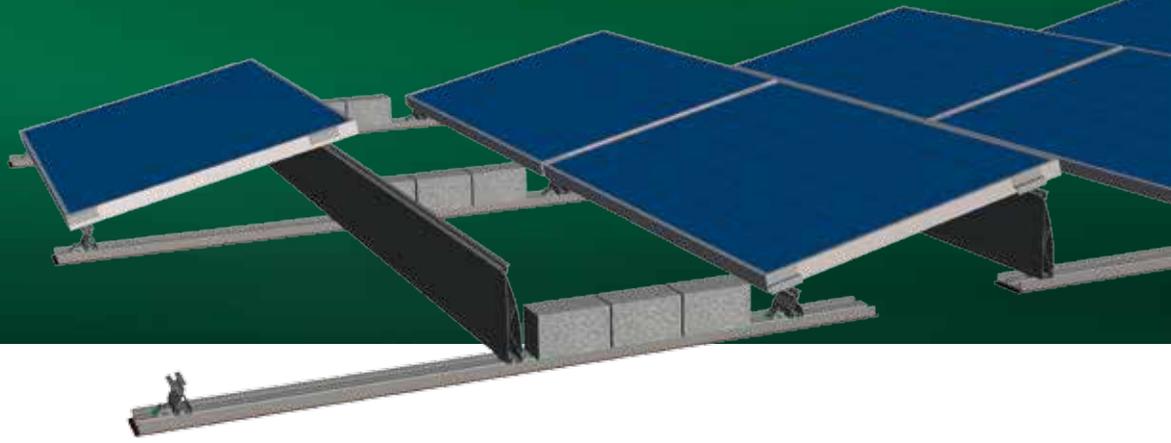
FixGrid™

FixGrid is a non-penetrating ballasted system ideally suited for flat roofs the system combines versatility, material optimization, and speed of installation. Made of high quality aluminum FixGrid allows for modules in landscape orientation and tilt angles of 6 or 13 degrees. The system is ETL to UL 2703, certified to ULC/ORD Standard C1703, and has a fire resistance rating of Class A when used with Type I photovoltaic modules. Designs available for south-facing or east-west facing roof orientations.

➔ [FixGrid Product Sheet](#)

➔ [FixGrid Installation Manual](#)

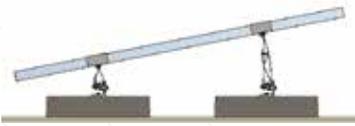




Fix-EZ™

A custom designed Fix-EZ system from Schletter will come complete with our new proprietary ballast blocks which facilitate seamless attachment to the rest of the system structure. With minimal parts, serving multiple functions, Fix-EZ reduces cost and installation time without compromising system stability. This system is best suited for large commercial and utility scale installations and conforms to UL SUB 2703, is certified to ULC/ORD Std C1703. It has a fire rating of Class A when used with Type I or Type II modules in landscape orientation.

- ➔ [Fix-EZ Product Sheet](#)
- ➔ [Fix-EZ Installation Manual](#)



Windsafe™, Ballasted

One of Schletter's original roof-mounted solar mounting systems, the Windsafe is a reliable, proven design made of durable triangle supports and can be attached to a ballast tray for flat roof applications or to roof-penetrating attachments. The ballasted option of Windsafe conforms to UL SUB 2703, is certified to ULC/ORD Std C1703. It has a fire rating of Class A when used with Type I modules in landscape orientation (only).

- ➔ [Windsafe Product Sheet](#)
- ➔ [Windsafe Ballasted Installation Manual](#)



Penetrating System Designs

Schletter is known for creating safe, reliable solutions for solar PV installations that others might find too difficult. Often used in roof penetrating designs, most of these systems can be connected to clamping devices for a non-penetrating option. For more information please contact your Schletter team member.

FixZ Series™: FixZ-7 and FixZ-15

Comprised of the FixZ-7 and FixZ-15, this series attaches to a variety of roof attachments. With the FixZ-7 additional module tilts of 5 to 7 degrees are possible while the FixZ-15 provides 12 to 15 degrees, depending on the module size.

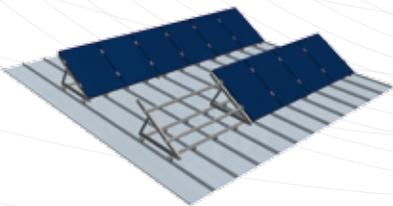
- ➔ [FixZ-7 Product Sheet](#)
- ➔ [FixZ-15 Product Sheet](#)



CompactGrid™

For flat or low-pitched roofs, the CompactGrid is designed for roof orientations facing east/west. This system is specifically designed to distribute load evenly while spanning large distances between purlins and is able to connect to a variety of roof types/materials. Roof cladding must be able to safely absorb occurring wind loads and transfer them to substructure.

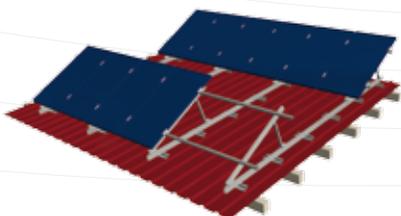
- ➔ [CompactGrid Product Sheet](#)



CompactVario™

Used for both flat and low-pitched roofs, the CompactVario offers a highly flexible design spanning large distances between purlins (rails). The CompactVario can be designed for non-penetrating or penetrating roofs making it mountable to almost any purlin roof structure. Custom cut to allow for quick on-site assembly, no cutting or drilling required by the installer. Distribution rail usually runs North-South while crossing east-West running trusses (or purlins) of the roof.

- ➔ [CompactVario Product Sheet](#)



FACADE & AWNINGS

Facade Systems

Mounting to a facade involves fastening panels to vertical walls and often this is accomplished through standard Schletter components for unframed or laminated modules. Facades are comprised of:

1. Anchor brackets for wall mounting
2. Module bearing rail
3. Module clamps

Please contact a Schletter team member for questions regarding facade solar mounting systems.

Awning Systems

The awning system is a specially designed facade mount. Awning supports (also called facade supports) are mounted to vertical walls or facades, and bear the rails for the module rows.

Facade and awnings systems are available in three options:

1. for stand-alone installations larger than 50 kW,
2. as an add-on product in combination with other Schletter solar mounting systems,
3. or as a kit (awning only) on Schletter's ecommerce site (Schletter does not provide engineering for online awning kits).



ACCESSORIES



System Grounding

Meeting the demands of the latest Industry Standards, Schletter releases the new **Rapid5k™** module clamp. Based on the proven history of the Rapid2+ and featuring a more robust grounding element, the Rapid5k meets the toughest UL 2703 industry standards while reducing costs.

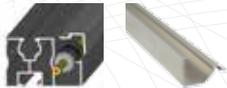
➔ [System-Specific Installation Manuals](#)



Fire Safety

California has passed fire safety laws for roof-mounted solar installations. In order to meet this states fire safety regulations, Schletter has undergone testing with key roof mount systems including Standard Flush Mount, Windsafe, Fix-EZ, and FixGrid. For more information on each fire safety rating, please see the corresponding installation manual, available online.

➔ [System-Specific Installation Manuals](#)



Profi profile with cable duct cover for other Series 05 rails

Cable Management Options

Clean and professional cable routing can have an influence on the end-user's overall impression of the solar mounting quality and installation technique. Schletter offers several options for cable management including a cable duct with cover as seen in Schletter's Profi rails, and snap-in-place options for the Series 05 rails.

If extensive wiring is required, we offer the cable duct system MaxK™. Different system components and even an extendable universal duct are available. In cases in which a cable duct would be undesirable or when additional cables have to be fixed, ProKlips™ can be inserted in the Klick™ grooves of the rails.

➔ [Cable Management Product Sheet](#)



Rectangular cable duct ProKlip-S

SecuFix™

SecuFix is a simple anti-theft device that can be combined with all new Schletter systems or retrofitted to an existing Schletter system. The socket head screws of the module clamps are secured against any unauthorized loosening by a high-grade stainless steel ball which is punched into the screw head.

➔ [Components Overview Brochure](#)



SecuFix-applicator

Schletter Inc.

www.schletter.us
mail@schletter.us
(888) 608 - 0234



North American Headquarters Manufacturing and Sales

1001 Commerce Center Drive
Shelby, North Carolina 28150 USA
Tel: (704) 595 - 4200
Fax: (704) 595 - 4210



Distribution, Sales, and Training

2201 N Forbes Blvd
Tucson, Arizona 85745 USA
Tel: (520) 289 - 8700
Fax: (520) 289 - 8696

Schletter Canada, Inc.

www.schletter.ca
mail@schletter.ca



Ontario Manufacturing and Sales

3181 Devon Drive
Windsor, Ontario N8X 4L3 Canada
Tel: (519) 946 - 3800
Fax: (519) 946 - 3805

Connect On-line

 facebook.com/schletterinc
 twitter.com/schletterinc
 youtube.com/schletterinc

Event/Workshop Information

Phone: (520) 289 - 8725
Fax: (520) 289 - 8696
E-mail: marketing@schletter.us



SUN2000-100KTL-M2 Smart PV Controller



10
MPP Trackers



98.8% (@480V)
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve Diagnosis
Supported



MBUS
Supported



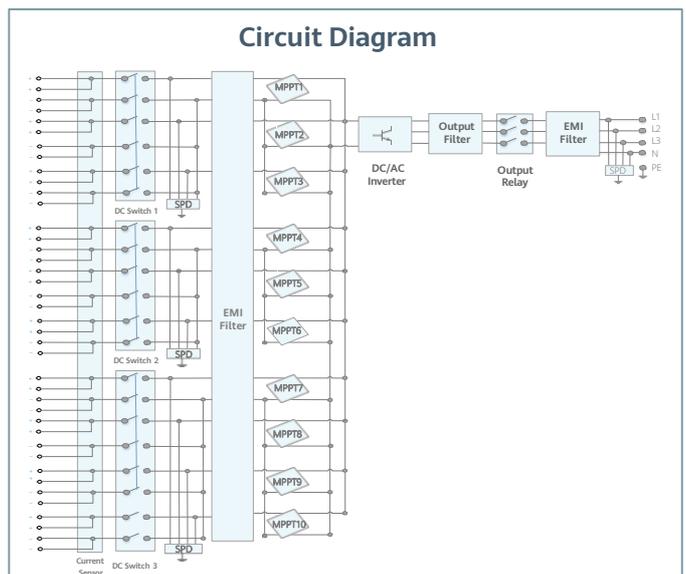
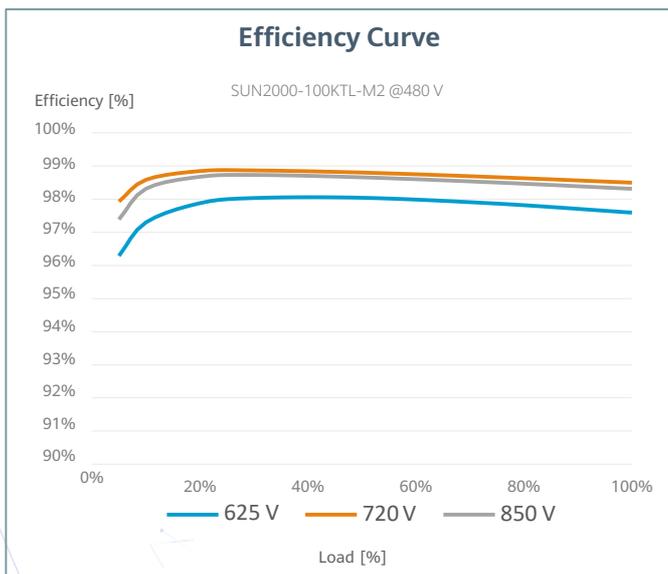
Support AFCI &
Smart String Level
Disconnecter



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection



Technical Specification SUN2000-100KTL-M2

Efficiency	
Max. efficiency	98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
European efficiency	98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Number of MPP trackers	10
Max. input number per MPP tracker	2

Output	
Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Max. Output Current	160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Smart String Level Disconnecter	Yes

Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle - 4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W

Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

^{*1} The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

^{*2} Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

Anexo V: Gestión de residuos

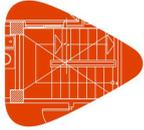
Se expone la gestión de residuos generados durante obras de construcción y demolición, conforme al "Real Decreto 105/2008". Incluye asimismo la identificación de los agentes involucrados, normativa aplicable, identificación y cuantificación de residuos, medidas de planificación y optimización, y procedimientos de separación y almacenamiento. Además, abarca operaciones de reutilización y valoración de costos, asegurando el tratamiento adecuado y cumplimiento de las normativas vigentes.

Producido por una versión educativa de CYPE

Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición

ÍNDICE

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO.....	3
2. AGENTES INTERVINIENTES.....	3
2.1. Identificación.....	3
2.1.1. Productor de residuos (promotor).....	3
2.1.2. Poseedor de residuos (constructor).....	4
2.1.3. Gestor de residuos.....	4
2.2. Obligaciones.....	4
2.2.1. Productor de residuos (promotor).....	4
2.2.2. Poseedor de residuos (constructor).....	5
2.2.3. Gestor de residuos.....	6
3. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	7
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ GENERADOS EN LA OBRA.....	8
5. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.....	9
6. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.....	12
7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ QUE SE GENEREN EN LA OBRA.....	13
8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ EN OBRA.....	14
9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓ CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓ Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....	15
10. VALORACIÓ DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....	17
11. DETERMINACIÓ DEL IMPORTE DE LA FIANZA.....	17
12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓ Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....	18
13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ.....	18



Proyecto:
Situación:
Promotor:

1. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos".
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

2. AGENTES INTERVINIENTES

2.1. Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto Proyecto de Autoconsumo Colectivo con Energía Solar Fotovoltaica en una Comunidad Energética Local, situado en .

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

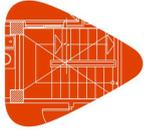
Promotor	
Proyectista	
Director de Obra	A designar por el promotor
Director de Ejecución	A designar por el promotor

Se ha estimado en el presupuesto del proyecto, un coste de ejecución material (Presupuesto de ejecución material) de 66.485,42€.

2.1.1. Productor de residuos (promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:

2.1.2. Poseedor de residuos (constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

2.1.3. Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

2.2. Obligaciones

2.2.1. Productor de residuos (promotor)

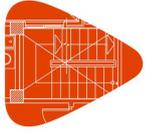
El productor inicial de residuos está obligado a asegurar el tratamiento adecuado de sus residuos, de conformidad con los principios establecidos en los artículos 7 y 8. de la Ley 7/2022. Para ello, dispondrá de las siguientes opciones:

- a) Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo, siempre que disponga de la correspondiente autorización para llevar a cabo la operación de tratamiento.
- b) Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante registrado o a un gestor de residuos autorizado que realice operaciones de tratamiento.
- c) Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento, siempre que estén registradas conforme a lo establecido en esta ley.

Dichas obligaciones deberán acreditarse documentalmente.

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos".
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra por parte del poseedor de los residuos.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el "Real Decreto 105/2008. Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición" y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

Asimismo, está obligado a suscribir un seguro u otra garantía financiera que cubra las responsabilidades a que puedan dar lugar sus actividades atendiendo a sus características, peligrosidad y potencial de riesgo, debiendo cumplir con lo previsto en el artículo 23.5.c. de la Ley 7/2022. Quedan exentos de esta obligación los productores de residuos peligrosos que generen menos de 10 toneladas al año.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como prever 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.

En las obras de demolición, deberán retirarse los residuos, prohibiendo su mezcla con otros residuos, y manejarse de manera segura las sustancias peligrosas, en particular, el amianto.

La demolición se llevará a cabo preferiblemente de forma selectiva, garantizando la retirada de, al menos, las siguientes fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejidos, sanitarios o elementos estructurales, se clasificarán de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

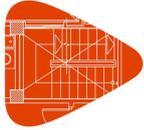
En su caso, se dispondrá de libros digitales de materiales empleados en las nuevas obras de construcción, de conformidad con lo que se establezca a nivel de la Unión Europea en el ámbito de la economía circular. Asimismo, se establecerán requisitos de ecodiseño para los proyectos de construcción y edificación.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

La responsabilidad del productor inicial o poseedor del residuo no concluirá hasta que quede debidamente documentado el tratamiento completo, a través de los correspondientes documentos de traslado de residuos, y cuando sea necesario, mediante un certificado o declaración responsable de la instalación de tratamiento final, los cuales podrán ser solicitados por el productor inicial o poseedor

2.2.2. Poseedor de residuos (constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar al promotor de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

El plan presentado y aceptado por el promotor, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

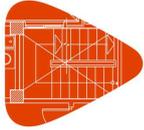
Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación in situ, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

2.2.3. Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:



Proyecto:
Situación:
Promotor:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
 2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
 3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
- En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

3.1. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

Artículo 45 de la Constitución Española.

G GESTIÓN DE RESIDUOS

Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

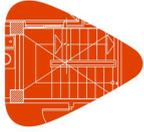
Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Plan estatal marco de gestión de residuos (PEMAR) 2016-2022

Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015.

B.O.E.: 12 de diciembre de 2015



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron

Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

B.O.E.: 21 de octubre de 2017

Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 8 de julio de 2020

Ley de residuos y suelos contaminados para una economía circular

Ley 7/2022, de 8 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 9 de abril de 2022

Real Decreto de envases y residuos de envases

Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

B.O.E.: 28 de diciembre de 2022

Plan integral de residuos de Canarias

Decreto 161/2001, de 30 de julio, de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Canarias.

B.O.C.: 15 de octubre de 2001

Decreto por el que se regula el procedimiento y requisitos para el otorgamiento de las autorizaciones de gestión de residuos, y se crea el Registro de Gestores de Residuos de Canarias

Decreto 112/2004, de 29 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias.

B.O.C.: 17 de agosto de 2004

Plan territorial especial de ordenación de residuos de la isla de Tenerife

Annuncio de 6 de febrero de 2009, del Cabildo Insular de Tenerife.

B.O.C.: 24 de junio de 2009

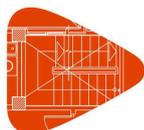
4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA.

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la legislación vigente en materia de gestión de residuos, "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos", dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

Como excepción, no tienen la condición legal de residuos:

Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

RCD 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.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"
RCD de Nivel I
1 Tierras y pétreos de la excavación
RCD de Nivel II
RCD de naturaleza no pétreo
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
RCD de naturaleza pétreo
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
RCD potencialmente peligrosos
1 Otros

Se ha elaborado por una versión educativa de CYPE

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

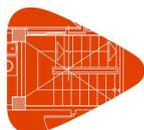
Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I				
1 Tierras y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	1,60	0,881	0,551
RCD de Nivel II				
RCD de naturaleza no pétreo				

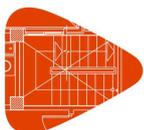


Proyecto:
Situación:
Promotor:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Densidad aparente (t/m ³)	Peso (t)	Volumen (m ³)
1 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	1,50	0,000	0,000
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,000	0,000
2 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,511	0,681
3 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,003	0,005
4 Basuras				
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,000	0,000
RCD potencialmente peligrosos				
1 Otros				
Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales no metálicos.	01 04 07	1,50	0,002	0,001

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

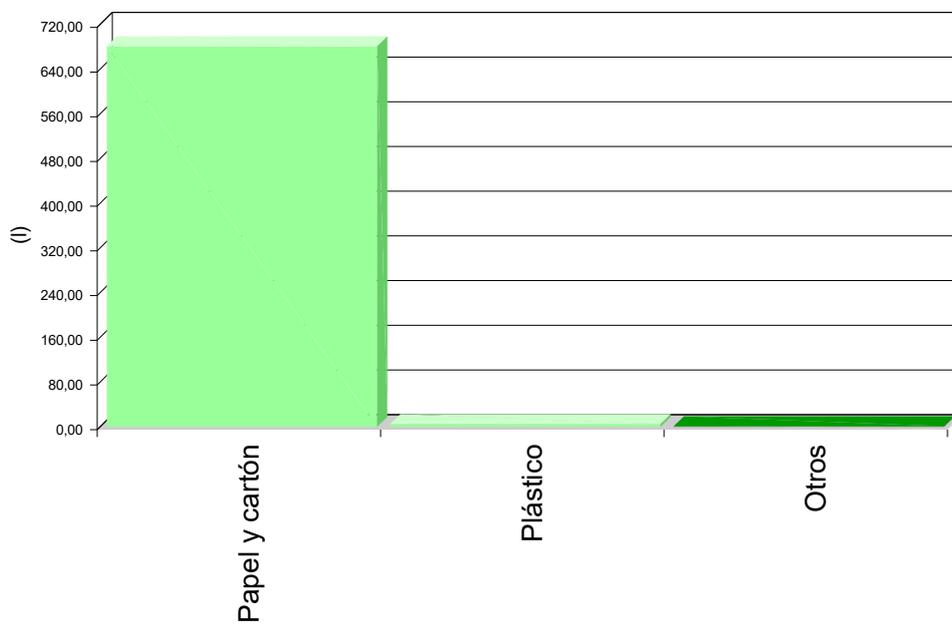
Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I		
Tierras y pétreos de la excavación	0,881	0,551
RCD de Nivel II		
RCD de naturaleza no pétreo		
Asfalto	0,000	0,000
Madera	0,000	0,000
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,000	0,000
Papel y cartón	0,511	0,681
5 Plástico	0,003	0,005
6 Vidrio	0,000	0,000
7 Yeso	0,000	0,000
8 Basuras	0,000	0,000
RCD potencialmente peligrosos		
1 Otros	0,002	0,001



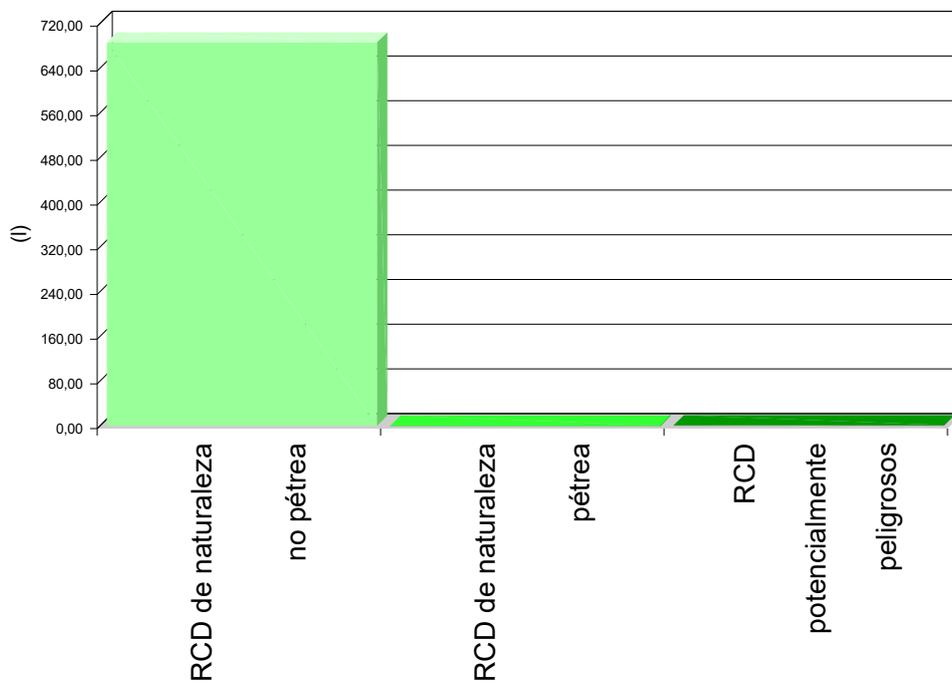
Proyecto:
Situación:
Promotor:

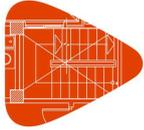
Producido por una versión educativa de CYPE

Volumen de RCD de Nivel II



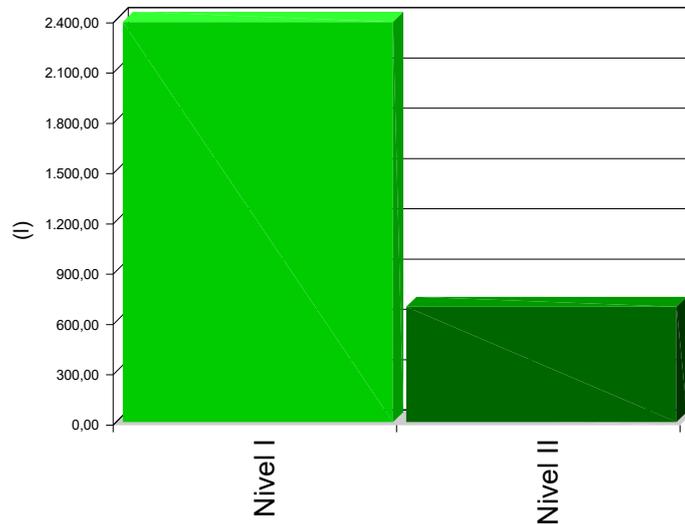
Volumen de RCD de Nivel II





Proyecto:
Situación:
Promotor:

Volumen de RCD de Nivel I y Nivel II



Dirección Facultativa de CYPE

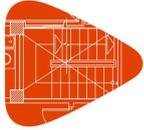
10. MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al director de obra y al director de la ejecución de la obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

7. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

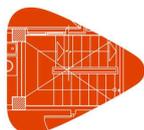
Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

Cuando se destinen residuos no peligrosos de construcción y demolición, a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, incluidas las operaciones de relleno, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos, excluyendo los materiales en estado natural de tierras sobrantes y restos de piedra definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m ³)
RCD de Nivel I					
1 Tierras y pétreos de la excavación					

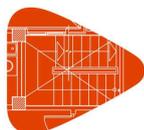


Proyecto:
Situación:
Promotor:

Material según "Decisión 2014/955/UE. Lista europea de residuos"	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m ³)
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	0,881	0,551
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Reutilización	Propia obra	2,938	1,836
RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza no pétreo					
1 Metales (incluidas sus aleaciones)					
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
2 Papel y cartón					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,511	0,681
3 Plástico					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,003	0,005
4 Basuras					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNPs	0,000	0,000
RCD potencialmente peligrosos					
5 Otros					
Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales no metálicos.	01 04 07	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,002	0,001
<i>Notas:</i> RCD: Residuos de construcción y demolición RSU: Residuos sólidos urbanos RNPs: Residuos no peligrosos RPs: Residuos peligrosos					

8. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes 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:



Proyecto:
Situación:
Promotor:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total, expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)
Hormigón	0,000	80,00
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	0,000	40,00
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,000	2,00
Madera	0,000	1,00
Vidrio	0,000	1,00
Plástico	0,003	0,50
Papel y cartón	0,511	0,50

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales, se clasificarán de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.

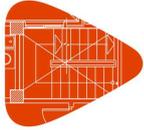
Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

9. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

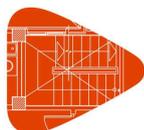
El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por la legislación vigente sobre esta materia, así como la legislación laboral de aplicación.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

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

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Subcapítulo	TOTAL (€)
TOTAL	0,00

11. DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importes mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m³

Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m³

Importe mínimo de la fianza: 150.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.

Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):

66.485,42€

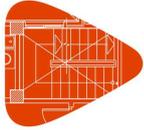
A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA

Tipología	Peso (t)	Volumen (m ³)	Coste de gestión (€/m ³)	Importe (€)	% s/PEM
A.1. RCD de Nivel I					
Tierras y pétreos de la excavación	0,881	0,551	4,00		
Total Nivel I				150,000 ⁽¹⁾	0,23
A.2. RCD de Nivel II					
RCD de naturaleza pétreo	0,000	0,000	10,00		
RCD de naturaleza no pétreo	0,514	0,686	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,002	0,001	10,00		
Total Nivel II				132,97 ⁽²⁾	0,20
Total				282,97	0,43

Notas:

⁽¹⁾ Entre 150,00€ y 60.000,00€.

⁽²⁾ Como mínimo un 0.2 % del PEM.



Proyecto:
Situación:
Promotor:

B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN		
Concepto	Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.	99,73	0,15
TOTAL:	382,70€	0,58

12. PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, se adjuntan al presente estudio.

En los planos, se especifica la ubicación de:

- Las bajantes de escombros.
- Los acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCD.
- Los contenedores para residuos urbanos.
- Las zonas para lavado de canaletas o cubetas de hormigón.
- La planta móvil de reciclaje "in situ", en su caso.
- Los materiales reciclados, como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar.
- El almacenamiento de los residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos, si los hubiere.

Estos PLANOS podrán ser objeto de adaptación al proceso de ejecución, organización y control de la obra, así como a las características particulares de la misma, siempre previa comunicación y aceptación por parte del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

En

EL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

13. DOCUMENTOS ADJUNTOS AL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Máster en Ingeniería Industrial



PLANOS

2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

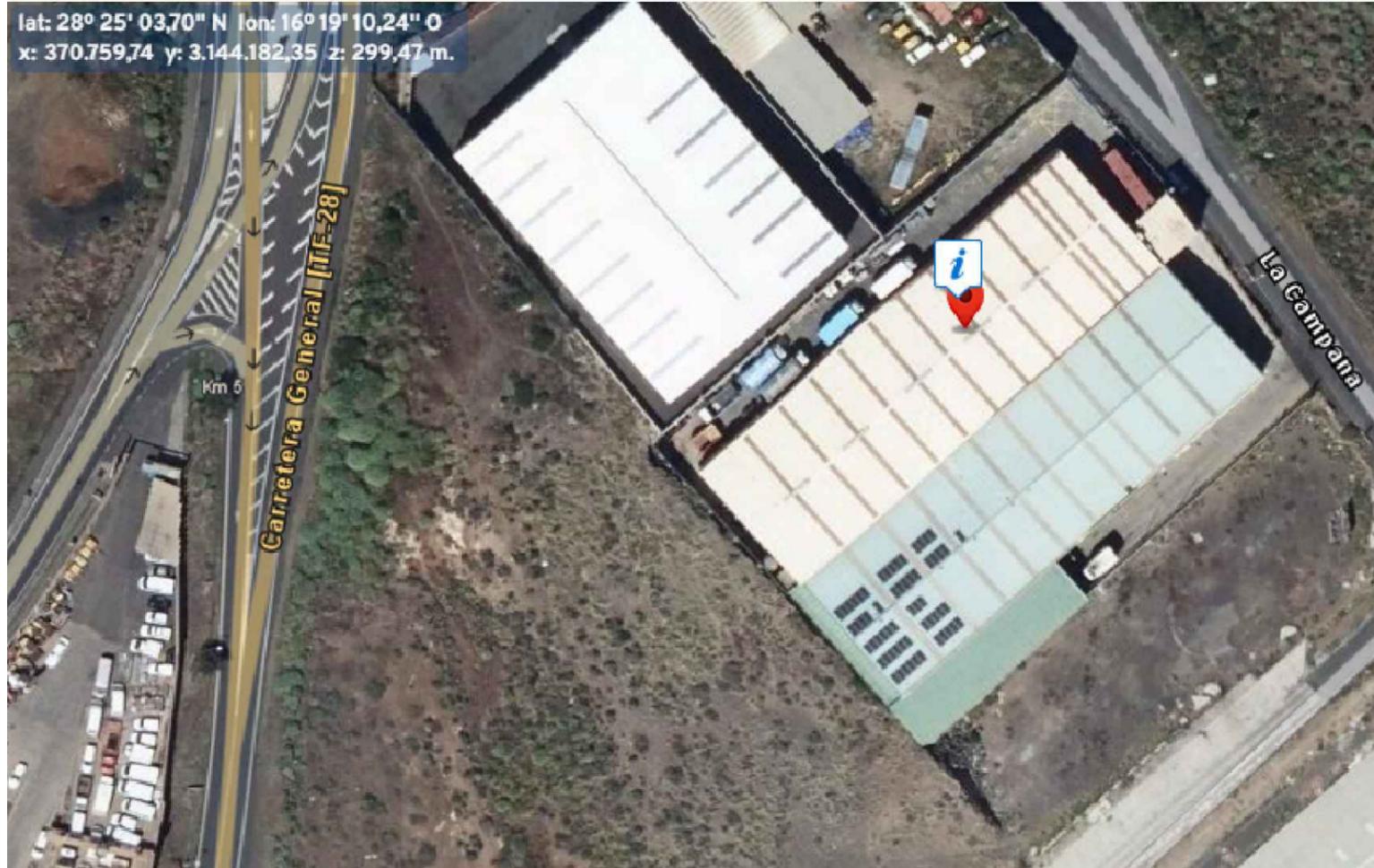
TUTOR

Julián Monedero Andrés



TRABAJO FIN DE MÁSTER			
Fecha	26/06/2024	 Universidad de La Laguna	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑADOR:	SAMUEL BARRETO GONZÁLEZ		
TUTOR:	JULIÁN MONEDERO ANDRÉS		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:10000000	TÍTULO: PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA	Nº PLANO:	1A

lat: 28° 25' 03,70" N lon: 16° 19' 10,24" O
 x: 370.759,74 y: 3.144.182,35 z: 299,47 m.



Info **Detalle**

Latitud	Longitud
28° 25' 06,85" N	16° 19' 10,20" O
28° 25,114113' N	16° 19,170056' O
28,41856855	-16,31950094

X	Y	Altitud
370.761,81	3.144.279,08	

[Acercar](#) | [Alejar](#)

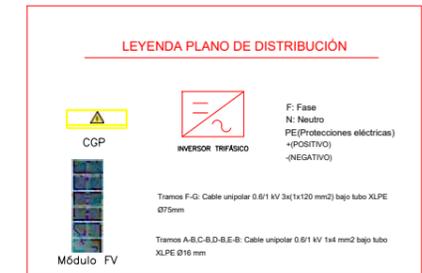
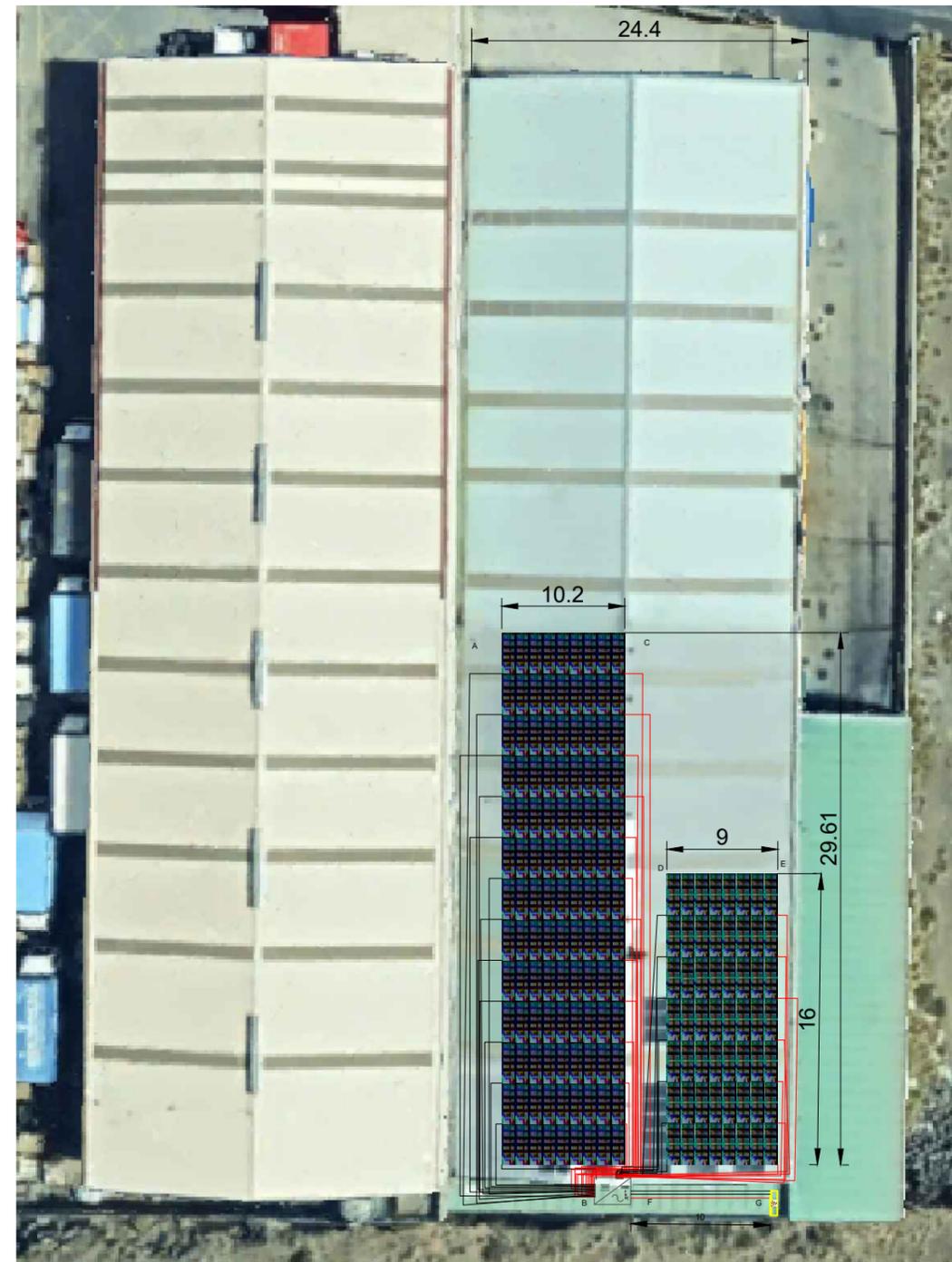
TRABAJO FIN DE MÁSTER			
Fecha	26/06/2024	 Universidad de La Laguna	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑADOR:	SAMUEL BARRETO GONZÁLEZ		
TUTOR:	JULIÁN MONEDERO ANDRÉS		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:100000	TÍTULO: PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	Nº PLANO: 2A	



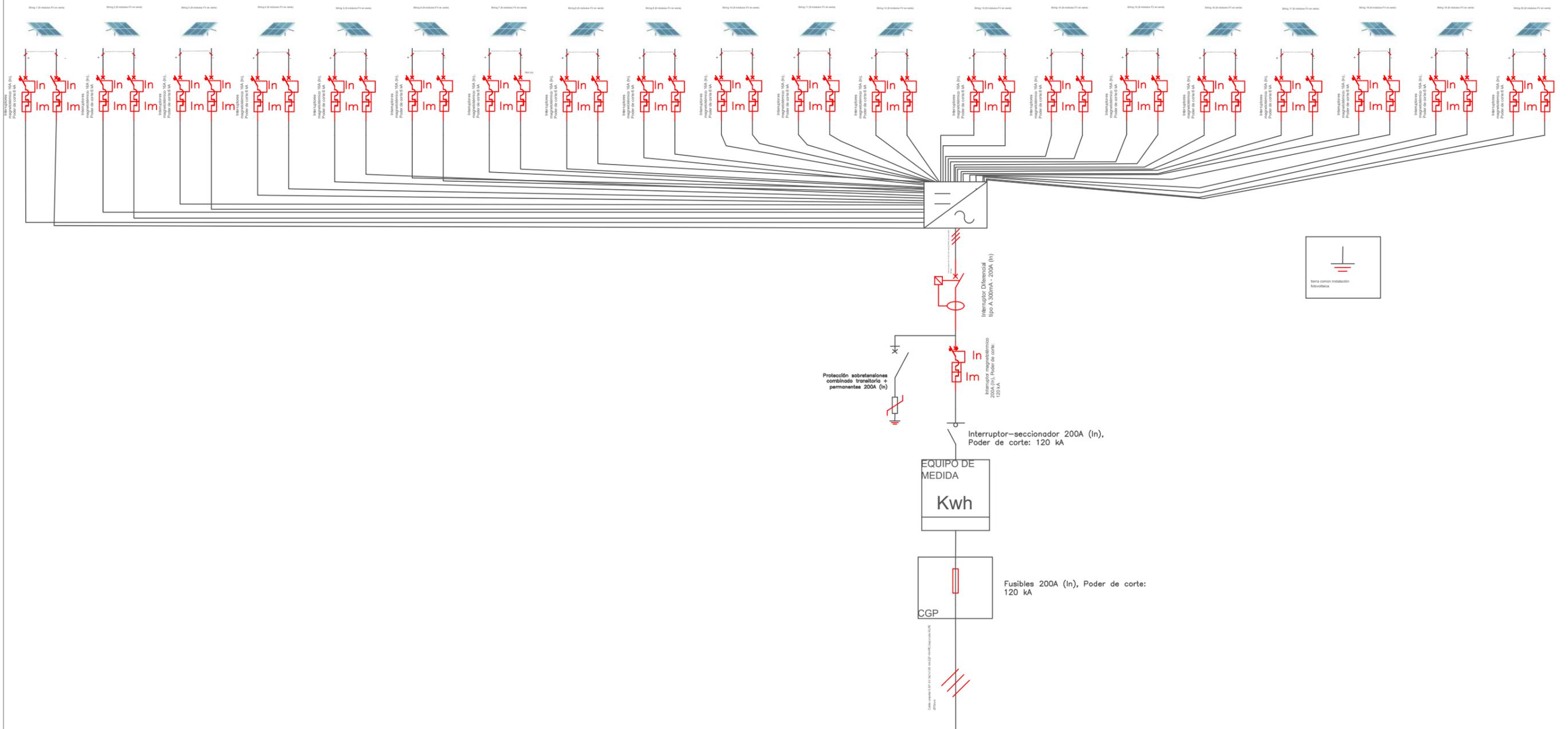
TRABAJO FIN DE MÁSTER			
Fecha	26/06/2024	 Universidad de La Laguna	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑADOR: SAMUEL BARRETO GONZÁLEZ			
TUTOR: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:50000	TÍTULO: PLANO DE ORIENTACIÓN	Nº PLANO:	3A



TRABAJO FIN DE MÁSTER			
Fecha	26/06/2024	 Universidad de La Laguna	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑADOR: SAMUEL BARRETO GONZÁLEZ			
TUTOR: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:10000	TÍTULO: PLANO DE INCLINACIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	Nº PLANO:	1B



TRABAJO FIN DE MÁSTER			
Fecha	26/06/2024	 Universidad de La Laguna	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑADOR:	SAMUEL BARRETO GONZÁLEZ		
TUTOR:	JULIÁN MONEDERO ANDRÉS		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	TÍTULO:	Nº PLANO:	1C
1:40000	PLANO DISTRIBUCIÓN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		



RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN BT

TRABAJO FIN DE MÁSTER			
Fecha	26/06/2024	 Universidad de La Laguna	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑADOR: SAMUEL BARRETO GONZÁLEZ			
TUTOR: JULIÁN MONEDERO ANDRÉS			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:1	TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	Nº PLANO:	1D



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Máster en Ingeniería Industrial



PLIEGO DE CONDICIONES

2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

TUTOR

Julián Monedero Andrés

ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES

1 instalación eléctrica

2 instalación fotovoltaica

PLIEGO DE CONDICIONES

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE :

1. GENERALIDADES.
2. MATERIALES.
3. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.
4. TRAMITES CON ORGANISMOS OFICIALES Y COMPAÑÍA
SUMINISTRADORA DE ENERGÍA

1. GENERALIDADES.

1.1. Este Pliego de Condiciones establece las especificaciones que deben cumplir las instalaciones a Baja Tensión en el edificio anteriormente descrito.

1.2. El industrial adjudicatario, realizará el trabajo de acuerdo con las prescripciones que establecen las Reglamentaciones Oficiales Vigentes.

Reglamento de Alta Tensión y Reglamento sobre instalaciones y funcionamiento de Centrales Eléctricas y Estaciones Transformadoras, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión promulgado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 (Boletín Oficial del Estado nº 224 de 18/9/2002 e Instrucciones Complementarias), DOGC que regula el mencionado Reglamento en Catalunya y las resoluciones que dicte desplegándolo la Dirección General de Seguridad y Calidad Industrial.

También se tendrá en cuenta, las órdenes del Departamento de Industria y Energía de la Generalitat de Catalunya y las peculiares de la instalación y características especiales que sean de cumplimiento obligatorio de acuerdo con la vigente legislación.

1.3. El adjudicatario efectuará la instalación según prescripciones y normas de la compañía suministradora de energía eléctrica. Se considerará cumplido este apartado, cuando el servicio de Inspección de la Compañía, dé su conformidad a la ejecución de la misma y una vez cumplimentados los trámites necesarios, autorice la conexión a su red.

1.4. Cualquier reparo en la aceptación de los materiales o instalaciones por los diversos organismos competentes, será corregido por el industrial adjudicatario a su cargo, no considerándose terminada la obra, hasta que no esté subsanado el defecto y aceptado totalmente por el organismo correspondiente.

1.5. Se considerarán básicas las Normas U.N.E. las N.T.E. y además de las CEI 947, EN 60 947, en todo aquello no especificado en las Reglamentaciones citadas en los apartados 1.2. y siempre que no se opongan a las mismas.

2.MATERIALES.

- 2.1. Se emplearán los materiales y aparatos, en su cantidad, calidad, modelo y tipo detallados en los documentos y planos que se adjuntan y para los que no están específicamente designados se deberán cumplir las normas U.N.E., N.T.E., C.E.I. 947, EN 60 947.
- 2.2. El industrial adjudicatario deberá facilitar sin gastos, una muestra de todos los materiales no específicamente detallados en los documentos y planos que se adjuntan y que deban emplearse en la instalación.

Examinadas estas muestras por la Dirección de la obra dará esta su aceptación o reparos, bien entendido que esta elección es sólo orientativa, siendo responsable el industrial instalador de su buen servicio y de que cumplan todas las condiciones exigidas por las Reglamentaciones oficiales vigentes y las normas propias de la Compañía Suministradora de energía eléctrica.

2.3. Trazado.-

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan los locales en los que se efectúa la instalación.

El trazado para paramentos verticales se realizará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales. Estas se situarán a 50 cm. como máximo de pavimentos y suelos y las verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm. En ambos casos, a una distancia mínima de 3 cm. de cualquier otra canalización.

Se colocarán los registros convenientes para una fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos una vez colocados. En los tramos rectos se colocará un registro cada 15 m. como máximo. También habrá uno cada dos curvas en ángulo recto.

Previamente a los trabajos, se marcará exteriormente el trazado de los tubos y canalizaciones, y la situación de cajas de registro derivación y conexión, así como la ubicación de mecanismos para que sean aprobados por la Dirección Facultativa, la cual establecerá las normas complementarias precisas respecto al trazado.

Es conveniente, siempre que sea posible, colocar los tubos normales a una altura de 2,20 m. sobre el pavimento, como mínimo, a fin de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

2.4. Canalizaciones.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se colocarán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de 3 cm. como mínimo.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a humedades y condensaciones, a no ser que se adopten las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y no eléctricas sólo podrán ir en un mismo canal vacío en la construcción cuando se cumplan, al mismo tiempo, las siguientes condiciones:

- La protección de contactos indirectos en la instalación, esté asegurada tal como se indica en la Instrucción ITC, considerando las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda representar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de temperatura
 - Las condensaciones
 - Las inundaciones
 - Las corrosiones
 - Las explosiones.

2.5. Los tubos.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase, que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo la unión con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.

Para curvar tubos metálicos rígidos roscados se usarán útiles apropiados al diámetro.

El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos una vez estos hayan sido colocados.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir, al mismo tiempo, como cajas de conexión y derivación.

Con el fin de que el aislamiento de los conductores no pueda ser destruido por su roce con los cantos libres de los tubos, sus extremos cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de prensa-estopas o dispositivos equivalentes o convenientemente mecanizados.

Cuando los tubos estén constituidos por materiales susceptibles de oxidación y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización (curvado, etc.), se aplicará pintura antioxidante en las partes mecanizadas.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual, se elegirá convenientemente el trazado de la instalación, previniendo la evacuación del agua en los puntos más bajos, estableciendo, incluso, una ventilación en el interior de los tubos mediante un sistema adecuado como, por ejemplo, unas T cuando uno de los brazos no se utilice.

Cuando los tubos metálicos hayan de conectarse a la red de tierras, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos conexiones de puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Los tubos se fijarán a la pared y al techo mediante bridas abrazaderas sujetadas y separadas de aquellos. La interdistancia entre éstas será de 0,80 m. como máximo para tubos rígidos y de 0,60 m. para tubos flexibles. Se colocarán fijaciones en ambas partes de los cambios de dirección, de las uniones, y también en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos de iluminación y mecanismos.

- 2.6. En los trazados situados en superficies horizontales (techos). Las bridas de sujeción dispondrán del elemento separador correspondiente que permita que el conducto se encuentre a una distancia mínima de 1 cm. del techo.

Asimismo, todos aquellos accesorios como: cajas de derivación, mecanismos, etc., que hayan de interconectarse con el mencionado trazado, dispondrán de elementos separadores.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán

interrumpirse los conductos (tubos); los extremos deberán quedar separados entre

sí 5 cm. aproximadamente y se unirán posteriormente mediante tubos flexibles y manguitos pasantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

2.7. El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción.

El paso de las canalizaciones a través de elementos tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones, no se dispondrán conexiones o derivaciones de conductores.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se colocarán de forma que se impida la entrada y la acumulación de agua.
- En el caso de que las canalizaciones sean de naturaleza distinta en ambos lados del paso, éste se efectuará con la canalización usada en el local cuyas prescripciones sean más severas.
- Para la protección mecánica de los conductores en la longitud del paso, se colocarán en el interior tubos normales cuando la longitud no supere los 20 cm. y, si lo supera, se colocarán tubos blindados. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de entradas roscadas con prensas.

No necesitan protección supletoria:

- Los conductores provistos de una armadura metálica.
- Los conductores rígidos aislantes con polietileno reticulado y que lleven una envoltura de protección de policloropreno o producto equivalente, o cuando sean de 1000 V. de tensión nominal y estén sostenidos por bandejas o canales de instalación de PVC.
- Los conductores blindados con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por los materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que ha de atravesar separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse oberturas que permitan el paso de los conductores, respetando en cada caso las separaciones indicadas según el tipo de canalizaciones de que se trate.
- En los pasos de techos mediante tubo, éste estará obturado a través de cierre estanco y su extremidad superior sobresaldrá por encima del

pavimento a una altura como mínimo igual a la del zócalo si existe, o a 10 cm. en todo caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará

igualmente mediante material incombustible y aislante, sin que esta obturación deba ser totalmente estanca, aunque protegerá la propagación del fuego.

2.8. Bandejas porta cables y canales de instalación; metálicas o en material plástico.

Las bandejas porta cables metálicas serán galvanizadas, se montarán suspendidas del techo o de la pared. Las que estén vistas deberán pintarse con tres manos de pintura plástica, de color a decidir por la Dirección Facultativa.

Las bandejas de PVC se montarán igual que las anteriores y no tendrán limitación de uso, salvo en los lugares donde la temperatura sea excesivamente elevada y deteriore sus características físicas.

Las bandejas estarán perforadas por la parte inferior y provistas de tapa lisa.

Los canales de instalación en material plástico se usarán para conducciones y protección de cables e hilos conductores en medianas y pequeñas instalaciones de superficie.

No presentarán rugosidades ni rebabas exteriores ni interiores y se rechazarán todas aquellas que, por un incorrecto almacenamiento o defecto de fabricación, presenten retorcimientos, alabeados o cualquier otro tipo de deterioro.

El montaje se realizará nivelándolas convenientemente y enrasándolas de forma que la disposición longitudinal de un conjunto de bandejas quede al mismo nivel y en línea recta, utilizándose soportes adecuados para montaje vertical u horizontal.

En la utilización de bandejas y canales de instalación de material plástico (PVC) se tendrá en cuenta la Resolución del Ministerio de Industria y Energía, de fecha 18 de Enero de 1988, B.O.E. nº 43 de 19 de Febrero de 1988.

Las características del PVC rígido para bandejas, canales y elementos accesorios cumplirán las condiciones siguientes:

- * Reacción al fuego. Clasificación M1 (No inflamable) según la norma UNE 23.727-90. Clasificación M1, q=0, según Decreto Ministerial francés de 28 de Agosto de 1.991.
- * Comportamiento ante el fuego. Las bandejas y canales tendrán la clasificación I1 F4, según la norma NF 16.101.1988.
- * Ensayo de no propagación de incendio (equiparable al ensayo de cables eléctricos sometidos al fuego, cables colocados en capas). Ha de superar el ensayo de la norma UNE 20.432-85 parte 3, que concuerda con la norma IEC 332 p.3.

- * Ensayo de inflamabilidad de los materiales aislantes sólidos al exponerlos a una fuente de encendido categoría FV0, según la norma UNE 53.315-86.

- * La rigidez dieléctrica será de 240 KV/cm. según la norma UNE 21.316-74.
 - * Ensayo UL de inflamabilidad de materiales plásticos, clase 94-V0, según norma UL 94-1980.
 - * El coeficiente de dilatación lineal: 0,07 mm/°C.m.
 - * Excelente resistencia a la intemperie. El color será gris Ral 7030.
 - * Temperatura de servicio: -20°C a +60°C.
- Características de construcción. Las bandejas serán de paredes macizas y tendrán como mínimo el grosor y peso siguientes:

Alto x ancho(mm)	Grueso(mm)	Peso(Kg/m)
50 x 75	2,2	0,810
60 x 100	2,5	1,150
60 x 150	2,7	1,500
60 x 200	2,7	1,810
60 x 300	3,2	2,770
60 x 400	3,7	3,700
100 x 300	3,7	3,690
100 x 400	4,2	4,880
100 x 500	4,6	6,350
100 x 600	4,7	7,230

- Las Tapas tendrán, como mínimo, el grosor y peso nominal siguiente:

Alto x ancho(mm)	Grueso(mm)	Peso(Kg/m)
75	2,0	0,360
100	2,0	0,480
150	2,3	0,740
200	2,3	0,940
300	2,3	1,340
400	2,7	2,020
500	3,2	3,030
600	3,2	3,570

- * Las Uniones dispondrán de trépanos longitudinales para absorber las dilataciones producidas por cambios de temperatura. Tendrán como mínimo, el siguiente grosor:

Unión para bandejas de altura	Grosor (mm)
50	2,1
60	3,5
100	4,5

- * Las bandejas han de soportar la carga en cables en Kg/m. a una distancia entre soportes de 1,5 m. y con una flecha longitudinal inferior a 1,1%, a 40°C.

Alto x ancho(mm)	Carga (Kg/m)
50 x 75	6,7
60 x 100	10,8
60 x 150	16,6
60 x 200	22,5
60 x 300	33,7
60 x 400	45,6
100 x 300	57,3
100 x 400	77,2
100 x 500	96,6
100 x 600	116,5

2.9. Conductores. Para tensiones hasta 1000 V.

Conductores unipolares de cobre, flexibles, aislados con PVC bajo cubierta exterior también de PVC, no propagadores de llama.

Todos ellos irán convenientemente numerados, indicando el circuito y la línea que configuran.

Asimismo, estos conductores deberán cumplir la Norma UNE 21.029 de "Cables de energía para distribución con aislamiento y cubierta con policloruro de vinilo, para tensiones hasta 1000 Volt", aprobada por IRANOR el 15/07/71 y de obligado cumplimiento a partir del 01/07/74.

- 2.10 Conductores. Para tensiones de hasta 750 V. Todos estos conductores serán flexibles, de cobre, resistentes a una tensión máxima de 750 V., no propagadores de llama y aislados con policloruro de vinilo.

Los colores a utilizar serán: negro, marrón o gris para conductores de fase, azul claro para el conductor neutro y bicolor verde-amarillo para conductores de protección.

Cumplirán, asimismo, con la Norma UNE 21.027.

El tendido de los conductores eléctricos se realizará una vez estén fijados los puntos de protección sobre bandejas o similar.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como conexiones o derivaciones por simple enroscamiento o enrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre individualmente utilizando para ello bloques o regletas de conexión. También puede admitirse la utilización de bridas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de conexión o derivación. Los conductores de sección superior a 1 mm². deberán conectarse a través de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden nunca sometidas a esfuerzos mecánicos.

Todos ellos irán convenientemente numerados o señalados, indicando el circuito y línea que configuren.

Cuadros eléctricos.

- 2.11 Armarios metálicos. Los armarios metálicos serán de construcción modular, con cierrapuerta de acceso en todo el frontal y provistos de doble cierre y llave única.

La posición prevista es vertical, con alimentación y salida siempre que sea posible, por la parte superior.

Deberá suministrarse con la totalidad de elementos de anclaje y fijación para el emplazamiento previsto.

Estará construido con bastidores y plancha de acero de primera calidad (grosos respectivos 1,5 y 2 mm.).

Dispondrán de placa de montaje de 3 mm. de grosor y perfiles DIN normalizados.

El conjunto estará tratado posteriormente al decapado, con tres capas de imprimación fosfatante y dos manos de pintura anticorrosiva.

El color de las pinturas de acabado será RAL 7032 para interior y exterior y RAL 2000 para la placa de montaje.

La puerta de acceso dispondrá de un cierre estanco y un ajuste perfecto en todo su perímetro.

La puerta estará mecanizada para ubicar los componentes indicados en el esquema y se cableará de manera que se permita una abertura total.

Se realizarán aberturas superiores e inferiores de ventilación con el fin de procurar una eficaz disipación de calor interno, del tipo normalizado, que garantice la protección contra proyecciones de agua.

La disposición de aparellaje en el interior del cuadro será tal como se especifica en los planos de los esquemas correspondientes del Proyecto.

Tanto en la entrada como en la salida de cables, se colocarán pasacables con bridas y prensas que garanticen la estanqueidad del interior con el exterior.

- 2.12 Para el conexionado de los conductores de protección y conexión a tierra se dispondrá de una pletina de cobre electrolítico en la parte inferior con elementos de conexión por tornillo a presión.

- 2.13 Todo el conexionado interior se realizará con cable flexible de cobre V-750,

provisto de terminales y numeración inequívoca en ambos extremos, utilizando los colores reglamentarios para cada conductor polar RST neutro N y protección SL. Igualmente, se utilizarán colores distintivos para los cables a tensión 24V.12 V. y de maniobra a tensiones débiles (= 10 V. c.c.).

En lugar bien visible se grafiará el esquema de la instalación para que pueda ser interpretado por cualquier operario ajeno a ella.

El cableado interior se alojará en canales de PVC, tipo UNEX o similar, previamente fijados con cremallera de nylon.

Todo el cableado de maniobra, los conductores, tendrá una sección mínima de 1,5 mm².

- 2.14 Para el conexionado de cables se utilizarán bornes de melanina o material similar para la tensión de 380 V., inequívocamente señalizados y montados sobre guías DIN. Los correspondientes a cables de maniobra serán del tipo seccionable y los de protección, de color verde-amarillo.

El cuadro se ajustará, en todos los casos y aspectos, al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y a otras normativas de obligado cumplimiento.

- 2.15 Cotas de emplazamiento. Antes de iniciar la construcción del cuadro, el contratista deberá verificar las cotas de emplazamiento con toda precisión y presentar los planos completos a escala, del interior y frontal, para la previa aprobación por la Dirección Facultativa. La no presentación de esta documentación no exime de la obligación de ajustarse a los criterios de detalle de la Dirección Facultativa y correrán a cargo del contratista las modificaciones o sustituciones a las que se dé lugar, siendo, asimismo, motivo de penalización.

En el presente Pliego se considerarán incluidos, aunque no se indique expresamente, la totalidad de materiales, componentes y accesorios necesarios o convenientes, según el criterio de la Dirección Facultativa, para un montaje correcto y un perfecto funcionamiento.

Igualmente se considerará incluidos, la elaboración de esquemas de montaje definitivos, identificación de componentes e instrucciones completas de manipulación y mantenimiento.

Todos los materiales deberán ser objeto de aprobación por la Dirección Facultativa, la cual podrá verificar todas las veces que considere oportuno la construcción del cuadro, incluso en los talleres del contratista o de sus suministradores.

El grado de protección que ofrecerá el armario una vez en servicio no será inferior a IP 55, según la Norma DIN 40050.

- 2.16 Especificaciones en Canalización Eléctrica Prefabricada de Transporte.
- 2.17 Las presentes especificaciones cubrirán los requerimientos mínimos de material, construcción, comportamiento, pruebas de rutina, recepción, instalación y puesta en servicio de canalizaciones eléctricas prefabricadas para Transporte y distribución eventualmente, de energía eléctrica.

2.18 Normas. La canalización eléctrica prefabricada deberá ser construida de acuerdo con los requerimientos mínimos exigidos en las últimas publicaciones de la normativa desarrollada al efecto por la Comisión Electrotécnica Internacional CEI 439-1 y CEI 439-2. Podrá referirse a las correspondientes equivalentes de cada país;

- a) Una Norma Española: UNE 200098.
- b) British Standards: BS 5486.
- c) Deutsche Norm: VDE 0660/500.
- d) Norme Français: NF C 63-411.

2.19 Requerimientos Generales.

- a) La canalización eléctrica prefabricada será del tipo "SÁNDWICH" (separación mínima entre conductores inferior o igual a su espesor), que garantiza la mínima impedancia, minimiza los campos electromagnéticos generados y ofrece la máxima resistencia al cortocircuito; totalmente cerrada, protegida contra daños mecánicos, acumulación de polvo y agua, y de geometría abierta (libre de cámaras de aire cerradas en su interior).
- b) Los tramos de canalización eléctrica prefabricada con derivaciones serán de las mismas dimensiones exteriores que los propios de Transporte, con objeto de facilitar la instalación y dimensionamiento y no requerir elementos especiales para su ensamblaje. Después de la apertura de las trampillas de derivación, éstas deben pasar el "finger test" quedando los conductores protegidos de contactos accidentales.
- c) En la descomposición del trazado de líneas en elementos de canalización eléctrica prefabricada y, en particular en tramos rectos, se aplicarán preferentemente los elementos de mayor longitud que permitan de esta manera reducir el número de uniones requerido.
- d) Se proveerá de bridas, material de soporte y montaje necesario para la instalación de la canalización eléctrica prefabricada, cuyo acabado será galvanizado. En ambientes especiales se emplearán piezas galvanizadas en caliente y tornillería en acero inoxidable.
- e) En la disposición vertical (montante) de la canalización eléctrica prefabricada se dispondrá de bridas que compensen las variaciones de longitud propias de la canalización en funcionamiento, evitando concentraciones de carga mecánica.
- f) Se ubicarán los elementos de dilatación necesarios de acuerdo con el trazado y sistema de sujeción de la canalización eléctrica prefabricada. Donde no fuera necesaria su utilización se hará constar en los planos tal circunstancia.

- g) El fabricante de la canalización eléctrica prefabricada elaborará planos isométricos de su recorrido basándose en planos de obra civil con indicación del trazado previsto, detalles de otros elementos eléctricos de la

instalación y su emplazamiento que proporcionará el contratista. Dichos planos de recorrido serán validados por la Ingeniería y por el contratista.

- h) Se aplicarán elementos corta-fuegos o barreras al fuego de clase hasta F-240 en los puntos adecuados de la instalación según los requerimientos de la misma.

2.20 Envolverte.

- a) Para ambientes de interior puede aplicarse canalización eléctrica prefabricada tanto con carcasa-envolverte de acero como de resina de poliéster. En ambientes exteriores e interiores especiales se empleará únicamente canalización eléctrica prefabricada con carcasa-envolverte de resina de poliéster. Ambos modelos, sin embargo, mantendrán las principales características geométricas-dimensionales exteriores con objeto de mantener la compatibilidad en instalaciones donde se apliquen conjuntamente.
- b) El grado de protección, especificado como IP según lo previsto en norma CEI 529, será el exigido en la descripción de características técnicas de la canalización eléctrica prefabricada.
- c) En el modelo de canalización eléctrica prefabricada con carcasa-envolverte de resina de poliéster, al ser ésta un material aislante, no se dispondrá conductor de protección a tierra.

2.21 Canalización

- a) Los conductores eléctricos de la canalización eléctrica prefabricada serán en cobre electrolítico de, al menos, 96,5% de conductividad, o bien en aluminio de 55,5%. Su sección transversal será de geometría rectangular con los cantos completamente redondeados.
- b) Dichos conductores se aislarán en toda su longitud con material de clase B (130°C) en film de poliéster resistente. En ningún caso podrá utilizarse PVC u otros materiales halogenados.

2.22 Unión.

- a) La unión de la canalización eléctrica prefabricada no debe requerir mantenimiento alguno, una vez procedida su instalación.
- b) La misma se realizará con placas sobre juntas aisladas que aseguren el

correcto contacto superficial, atornilladas a los respectivos extremos de los conductores.

- c) Dicha unión será accesible lateralmente por ambos lados del canal.
- d) El sellado de uniones se realizará cuando el grado de protección requerido en toda la línea sea superior a 54. Por razones de contatibilidad de materiales, esta operación se realizará exclusivamente sobre canalización eléctrica prefabricada con carcasa-envolvente de resina poliéster.

2.23 Capacidad de Cortocircuito. La capacidad al cortocircuito de la canalización se dará en KA de r.m.s. y según el valor especificado en características técnicas de la canalización eléctrica prefabricada.

2.24 Caída de Tensión. El valor medio de caída de tensión en la canalización eléctrica prefabricada, en 100 m. de recorrido y para una carga nominal concentrada en su extremo con el factor de potencia más desfavorable, no excederá del 3% del valor de la tensión nominal.

2.25 Ensayos de Rutina. El fabricante de la canalización eléctrica prefabricada expedirá el correspondiente certificado de la realización de los Ensayos de Rutina previstos en norma (CEI 439-1, cláusulas 8.1.2 y 8.3) sobre todos los elementos suministrados y que se relacionan a continuación:

- a) inspección de continuidad de conductores y sus aislamientos y, donde fuera preciso, prueba de funcionamiento;
- b) test dieléctrico; para canalización eléctrica prefabricada de Transporte se aplicarán 3 KV, $f=45...62\text{Hz}$, 1 min.
- c) Inspección de medidas de protección y de continuidad eléctrica del circuito de protección.

2.26 Recepción, Instalación y Puesta en Servicio de la Canalización Eléctrica Prefabricada. El contratista responsable de la instalación de la canalización eléctrica prefabricada realizará las acciones necesarias para:

- 1) Asegurar que el material recibido cumple con las especificaciones de proyecto y con las características técnicas determinadas.
- 2) Asegurar que la instalación se realizará de acuerdo con los planos y/o instrucciones propias y atendiendo a la máxima seguridad de las personas.
- 3) Se comprobará la resistencia de aislamiento de los elementos de la línea previamente al cierre y/o sellado de las uniones. Para ello y con un meger de resistencia al aislamiento de 500 ó 1000 Vcc deberán leerse valores de 500 M *m o más.
- 4) Antes de su puesta en servicio, una vez finalizada la instalación, con las uniones ya realizadas y con la línea de canalización eléctrica prefabricada separada de otros equipos, incluidas, de haberlas, las derivaciones, llevar a cabo la Prueba de Tensión en la que, según norma para canalización eléctrica de Transporte, se aplican durante 1 s. 2,5 kV,

$f=45...62$ Hz (CEI 439-1, cláusulas 8.3.2.1 y 8.3.2.2).

3. EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

- 3.1. El industrial adjudicatario se obliga a efectuar, la instalación eléctrica de acuerdo con las normas indicadas en el apartado 1.2 y dejarla totalmente en estado de buen uso y funcionamiento en el plazo fijado en las condiciones generales.

Además de las mencionadas normas, para la ejecución se regirán por los estudios, planos, esquemas y croquis facilitados en el proyecto, con las indicaciones del emplazamiento de los aparatos, cuadros de protección, interruptores, fusibles, tomas de corriente s, calidad y secciones de los conductores, diámetro de los tubos de protección, medida de las bandejas de soporte de cables, etc.

De la misma manera, el industrial adjudicatario dispondrá en la obra de un facultativo competente, con tres años de antigüedad en la empresa como mínimo, los días que la Dirección Técnica considere oportunos, a fin de poder comunicar en todo momento la buena marcha del trabajo.

- 3.2. Los tubos de hierro, soportes y cajas de derivación y conexión, que deban ir empotrados, los conductos metálicos y todos los herrajes para la colocación de los aparatos irán pintados con una capa de pintura antioxidante, siendo a cargo del adjudicatario, tanto la pintura de los mismos, como la mano de obra correspondiente a su realización.
- 3.3. El industrial adjudicatario está obligado a marcar en la obra de una vez y con suficiente antelación todas las regatas o rozas según el estado de la obra, si la instalación es empotrada, trabajos que por ser más propios de albañilería serán efectuados por el contratista general, quien cuidará también de tapar con mortero las citadas regatas una vez efectuadas las instalaciones eléctricas.
- 3.4. Los trabajos correspondientes a las obras de albañilería para la colocación de los cables, ejecución de soportes para fijación de los herrajes, pozos para tierras, instalación pararrayos, antenas etc. serán efectuados por el contratista adjudicatario, tanto el replanteo como la ejecución de las mismas.
- 3.5. Para evitar la facturación de gastos complementarios, tanto en lo que se refiere a materiales a emplear como en la mano de obra correspondiente, gastos generales innecesarios siempre y cuando la oferta haya sido objeto de una correcta previsión con el proyecto, se facilitarán los planos de la instalación eléctrica y los correspondientes de la obra civil al industrial adjudicatario, quien se cuidará de replantear en los mismos la instalación así como su revisión por si se ajustan a sus necesidades.
- 3.6. Dichos planos con las modificaciones e indicaciones necesarias serán

devueltos debidamente sellados y firmados por el industrial adjudicatario, en el plazo máximo de 15 días, a partir de la fecha de su recibo para su definitiva aprobación.

- 3.7. La instalación eléctrica se efectuará según el proyecto y planos indicados en el apartado 4.6. y si por omisión u error fuese necesario efectuar modificaciones, los gastos ocasionados para tal motivo serán a cargo del industrial adjudicatario.
- 3.8. La ejecución de los soportes u otros materiales para la sujeción de los tubos y pequeños aparatos de maniobra (interruptores, conmutadores, cortacircuitos, etc.) cajas de derivación, fijación de los armarios de distribución o maniobra y aparatos de alumbrado, deberán haber sido previstos por el industrial adjudicatario y a su cargo.
- 3.9. Los pasos en paredes de mampostería, piedra natural o artificial y hormigón serán marcados en la obra de una vez y con la suficiente antelación; y por tratarse de trabajos propios de albañilería serán efectuados por el industrial general y a cargo de la Propiedad.
- 3.10. Todas las regatas, pasos de paredes y demás trabajos de albañilería no marcados según se indica en los apartados 4.3. y 4.9., serán a cargo del industrial adjudicatario, tanto su apertura a cincel o fresa como su cierre.
- 3.11. El industrial adjudicatario deberá proveer el suministro y colocación de todas las ménsulas, hierros para la fijación de tubos, etc. es decir, todos los herrajes o carpintería metálica necesaria para la realización de la instalación eléctrica.
- 3.12. Todos los bornes de conexión y derivación a utilizar para la tensión de servicio igual o superior a 380 V. entre fases a 220 V. entre fase y neutro serán capaces de soportar dichas tensiones. La tornillería de hierro será toda de presión, pulida cadmiada o pavonada. Toda la tornillería para el cierre de las cajas de conexión o derivación será de latón para evitar la oxidación. Las piezas de hierro o abrazaderas para la fijación de los cables para tierras serán galvanizadas. El industrial adjudicatario presentará muestras a la Dirección para su aprobación, de todos los materiales empleados en la instalación.
- 3.13. Caídas de tensión admisible. Desde la caja general de protección hasta los aparatos receptores, la máxima caída de tensión admisible es del 3% de la tensión nominal; esta caída de tensión puede repartirse entre las distintas partes del siguiente modo: instalación acometida individual, 0,5% de U. instalación de enlace 1% e interior 1,5% de U., siendo U la tensión entre fases. Las caídas de tensión en líneas repartidoras trifásicas se colocarán considerando las cargas polifásicas equilibradas y las monofásicas repartidas lo mejor posible entre las distintas fases, efectuando el cálculo para la fase mas cargada.
- 3.14. Tomas de tierra. En la presente instalación se establecerá una toma de tierra de protección, de acuerdo con la ITC BT 26, siguiéndose para ello el siguiente sistema:
 - Se instalará en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según lo indicado en la ITC, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberá

conectarse electrodos verticalmente hincados en el terreno cuando se prevea la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor de puesta a tierra en anillo.

Cuando se trate de construcciones que comprendan varios edificios próximos, se procurará unir entre sí los anillos que forman la toma de tierra de cada uno de ellos, con objeto de formar una malla de la mayor extensión posible.

- El circuito equipotencial o bien a los electrodos, se conectarán, en su caso, la estructura metálica del edificio. Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena. Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto para los puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción ITC.

- 3.15 Elementos a conectar a tierra. A la toma de tierra establecida se conectará todo el sistema de tuberías metálicas accesibles, destinadas a la conducción, distribución y desagüe de agua o gas del edificio; toda masa metálica importante existente en la zona de la instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

A esta misma toma de tierra deberán conectarse, para su puesta a tierra, los depósitos de fuel-oil, calefacción general, antenas de radio y televisión, y, eventualmente, el conductor neutro.

- 3.16 Puntos de puesta a tierra. Los puntos de puesta a tierra se situarán:

- En los patios y locales destinados a instalaciones y en los cuadros eléctricos etc.
- En el local o lugar de la centralización de contadores, si la hubiere.
- En la base de las estructuras metálicas de los ascensores y montacargas, si los hubiere.
- En el punto de ubicación del cuadro general de protección.
- En cualquier local donde se prevea la instalación de elementos destinados a servicios generales o especiales, y que por su clase de aislamiento o condiciones de instalación, deban ponerse a tierra.

- 3.17 Líneas principales de tierra. Derivaciones. Las líneas principales y sus derivaciones pueden establecerse en las mismas canalizaciones que las de las líneas de alimentación y derivaciones individuales, siguiéndose a este respecto el trazado señalado en planos.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección, como mínimo, de 35 milímetros cuadrados. Pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo disponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos, paredes etc.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre siguiendo las mismas indicaciones que para los conductores de protección fijadas en la ITC, con un mínimo de 16 mm². También pueden estar formadas por barras planas o redondas, por conductores desnudos o aislados, debiendo suponerse una protección mecánica en la parte en que estos conductores sean accesibles, así como en los pasos de techos y paredes.

La sección de los conductores que constituyen las derivaciones de la línea principal de tierra, será la señalada en los esquemas para los conductores de protección.

No podrán utilizarse como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos.

- 3.18 Sistema de protección. En toda instalación se dispondrá del sistema de protección contra contactos indirectos mediante el empleo de interruptores diferenciales y la puesta a tierra de las masas. Para ello deberán instalarse interruptores diferenciales que protejan la instalación de un determinado sector en su conjunto y que tendrán para la corriente de defecto a tierra, una sensibilidad que dependerá del valor máximo de la resistencia obtenida de puesta a tierra. Esta resistencia a tierra se procurará no sea superior a 10 ohmios.

En los casos en que la instalación no disponga de puesta a tierra, los interruptores diferenciales de alta sensibilidad podrán ser utilizados como dispositivos de protección, aunque esta disposición pueda disminuir el grado de protección conseguido cuando se utiliza conjuntamente con la puesta a tierra de las masas.

Cuando las instalaciones interiores sean de gran extensión, o cuando para conseguir mayor selectividad se desee establecer protección especial para un receptor o grupo de receptores para un determinado sector o sectores de la instalación, no será obligatoria la instalación en su conjunto debiendo, en este caso, utilizarse diferentes interruptores diferenciales situados en los puntos a partir de los cuales se precise establecer esta protección.

- 3.19 Cuadro de Distribución. De acuerdo con lo señalado en la Memoria Descriptiva, se colocarán en el cuadro general de distribución los interruptores automáticos, así como, en caso necesario, el dispositivo o dispositivos especiales de protección contra contactos indirectos. En este mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los

cuadros secundarios, de distribución de los distintos circuitos alimentadores.

Los aparatos receptores que consuman más de 15 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

El cuadro general de distribución, e igualmente los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego.

En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrá dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito a que pertenecen.

El instalador colocará sobre el cuadro de distribución una placa metálica, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación.

Todos los cuadros cumplirán las especificaciones de las ITC

- 3.20 Conductores. Naturaleza. Secciones. Estarán siempre de acuerdo con las especificaciones de las ITC. Los conductores activos serán de cobre; estarán aislados, como mínimo, para la tensión nominal de 1.000 o 750 voltios los rígidos, y 500 voltios los flexibles; colocados en tubos protectores y canales de instalación de tipo no propagador de la llama, preferentemente en lugares no accesibles al público y registrable en toda su extensión. Los conductores previstos para su instalación responderán a las especificaciones señaladas a continuación:

Las secciones utilizadas serán, como mínimo, las siguientes:

- 1,5 milímetros cuadrados para los circuitos de alimentación a los puntos de alumbrado y a las tomas de corriente de 10 A.
- 2,5 milímetros cuadrados para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente de 16 A.
- 4 milímetros cuadrados para el circuito de alimentación a máquinas o cuadros secundarios.
- De 6 milímetros cuadrados en adelante para los circuitos de alimentación a cuadros secundarios de protección de máquinas o zonas.

- 3.21 Conductores. Caídas de tensión. No obstante lo dicho anteriormente, la sección de los conductores vendrán impuestas por la caída de tensión desde el origen de la instalación interior expresadas anteriormente.

- 3.22 Conductores de protección. Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán

por la misma canalización que éstos y su sección estará de acuerdo con lo dispuesto.

- 3.23 Identificación de los conductores. Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo verde. Todos los conductores de fase, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.
- 3.24 Fuentes propias de energía. Las fuentes propias de energía estarán constituidas por baterías autónomas de alumbrado emergencia y señalización y por uno o más grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de ellos se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa distribuidor de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70 por 100 de su valor nominal.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de emergencia que posibilite la evacuación segura y fácil de la gente hacia el exterior.

En el edificio, objeto del presente estudio, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, además de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes e indispensables.

Si a juicio del industrial adjudicatario, bien por la calidad de los trabajos efectuados con anterioridad, calidad deficiente de los materiales o deficiencias en la parte de obra civil considera que puede afectar al buen uso y funcionamiento de la instalación, deberá consultar las anomalías por escrito a la Dirección, la cual decidirá, previa inspección de dichas anomalías, la línea de actuación más conveniente.

Si después de haberlas puesto en conocimiento, por escrito, a la Dirección no se toman disposiciones necesarias para corregir las deficiencias, el industrial adjudicatario, avisará por escrito a la Propiedad y suspenderá el trabajo en la parte sujeta a inspección sin poder volver a retomar el mismo hasta que no esté corregida la deficiencia, ya que el industrial adjudicatario es el total responsable de la instalación.

4. TRÁMITES CON ORGANISMOS OFICIALES Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA.

La preparación y presentación de instancias y planos en el Servicio de Industria y Energía del Gobierno de Canarias, O.C.A. (Organismo de Control Autorizado), y otros organismos oficiales necesarios para la obtención de permisos y autorizaciones, serán efectuados por el industrial adjudicatario y serán a su cargo, con la conformidad de la Dirección de Obra y de la Propiedad.

Los trámites y el contrato con la Compañía Suministradora de Energía, así como la gestión correspondiente, serán efectuados por el mencionado instalador adjudicatario con la conformidad de la Dirección de Obra y de la Propiedad.

El industrial adjudicatario deberá presentar a la O.C.A. (Organismo de Control Autorizado) los planos y relaciones de materiales en el caso de ser necesarios para la obtención de la aprobación de la instalación, así como la autorización de los Servicios Territoriales de Industria y Energía.

El industrial está obligado a informar por escrito a la Dirección de la Obra de todos los trámites a efectuar con los mencionados organismos, con tiempo suficiente para no alterar el programa previsto y no interrumpir la correcta marcha de los trabajos en curso, tratando directamente con la Compañía Suministradora de su desarrollo y problemas, hasta llegar a la aceptación por parte de dicha compañía de la instalación y conexión de la acometida y el suministro o contadores.

Por tanto, la presentación de instancias necesarias para la obtención de permisos y autorizaciones, así como su importe y la gestión correspondiente, se efectuará por el industrial adjudicatario de la obra.

Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red

PCT-C-REV - julio 2011

Índice

1 Objeto

2 Generalidades

3 Definiciones

3.1 Radiación solar	8
3.2 Instalación.....	8
3.3 Módulos	9
3.4 Integración arquitectónica	10

4 Diseño

4.1 Diseño del generador fotovoltaico.....	10
4.2 Diseño del sistema de monitorización	11
4.3 Integración arquitectónica	11

5 Componentes y materiales

5.1 Generalidades	12
5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos.....	12
5.3 Estructura soporte	14
5.4 Inversores.....	15
5.5 Cableado	16
5.6 Conexión a red.....	17
5.7 Medidas	17
5.8 Protecciones.....	17
5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	17
5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética	17
5.11 Medidas de seguridad	17

6 Recepción y pruebas

7 Cálculo de la producción anual esperada

8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades	21
8.2 Programa de mantenimiento	21
8.3 Garantías.....	22

Anexo I: Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica

Anexo II: Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

Anexo III: Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

Antecedentes

Esta documentación, elaborada por el Departamento de Energía Solar del IDAE y CENSOLAR, es una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red editado por primera vez en el año 2002, con la colaboración del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid y el Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.

Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica de distribución.

1 Objeto

- 1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2 Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.
- 1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

2 Generalidades

- 2.1 Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.
- 2.2 Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.
- 2.3 En todo caso serán de aplicación todas la normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:
 - Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
 - Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
 - Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
 - Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
 - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
 - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

3 Definiciones

3.1 Radiación solar

3.1.1 Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

3.1.2 Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m^2 .

3.1.3 Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m^2 , o bien en MJ/m^2 .

3.2 Instalación

3.2.1 Instalaciones fotovoltaicas

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

3.2.2 Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

3.2.3 Línea y punto de conexión y medida

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

3.2.4 Interruptor automático de la interconexión

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

3.2.5 Interruptor general

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

3.2.6 Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

3.2.7 Rama fotovoltaica

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

3.2.8 Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

3.2.9 Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

3.2.10 Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

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

3.3 Módulos

3.3.1 Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

3.3.2 Célula de tecnología equivalente (CTE)

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

3.3.3 Módulo o panel fotovoltaico

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

3.3.4 Condiciones Estándar de Medida (CEM)

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

- Irradiancia solar: 1000 W/m^2
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: $25 \text{ }^\circ\text{C}$

3.3.5 Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

3.3.6 TONC

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

3.4 Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

3.4.1 Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

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

3.4.2 Revestimiento

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

3.4.3 Cerramiento

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

3.4.4 Elementos de sombreado

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

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

4 Diseño

4.1 Diseño del generador fotovoltaico

4.1.1 Generalidades

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

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

4.1.1.3 En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

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

Tabla I

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

- 4.1.2.2 Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.
- 4.1.2.3 En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.
- 4.1.2.4 Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

4.2 Diseño del sistema de monitorización

- 4.2.1 El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:
- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
 - Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
 - Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
 - Temperatura ambiente en la sombra.
 - Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
 - Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.
- 4.2.2 Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.
- 4.2.3 El sistema de monitorización sera fácilmente accesible para el usuario.

4.3 Integración arquitectónica

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

- 4.3.2 Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.
- 4.3.3 Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

5 Componentes y materiales

5.1 Generalidades

- 5.1.1 Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- 5.1.2 La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- 5.1.3 El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- 5.1.4 Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- 5.1.6 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- 5.1.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- 5.1.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

- 5.2.1 Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- 5.2.2 El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- 5.2.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.
 - 5.2.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
 - 5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
 - 5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
 - 5.2.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- 5.2.4 Será deseable una alta eficiencia de las células.
- 5.2.5 La estructura del generador se conectará a tierra.

- 5.2.6 Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- 5.2.7 Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

5.3 Estructura soporte

- 5.3.1 Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- 5.3.2 La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- 5.3.3 El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- 5.3.4 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- 5.3.5 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 5.3.6 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- 5.3.7 La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- 5.3.8 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- 5.3.9 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.
- 5.3.10 Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.
- 5.3.11 La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

- 5.3.12 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- 5.3.13 Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
- 5.3.14 En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

5.4 Inversores

- 5.4.1 Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.
- 5.4.2 Las características básicas de los inversores serán las siguientes:
- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
 - Autoconmutados.
 - Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
 - No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
 - UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
 - IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- 5.4.3 Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
- Cortocircuitos en alterna.
 - Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencia de red fuera de rango.
 - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
 - Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

- 5.4.4 Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- 5.4.5 Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
- Encendido y apagado general del inversor.
 - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.
- 5.4.6 Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:
- 5.4.6.1 El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- 5.4.6.2 El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- 5.4.6.3 El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia nominal de salida.
- 5.4.6.4 El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- 5.4.6.5 A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- 5.4.7 Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- 5.4.8 Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.
- 5.4.9 Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

5.5 Cableado

- 5.5.1 Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- 5.5.2 Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.
- 5.5.3 El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

5.6 Conexión a red

5.6.1 Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.7 Medidas

5.7.1 Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

5.8 Protecciones

5.8.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

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

5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

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

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

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

5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

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

5.11 Medidas de seguridad

5.11.1 Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no

perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

5.11.2 La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

5.11.3 Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teled medida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y teled medida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

5.11.4 Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

6 Recepción y pruebas

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

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

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

6.3.1 Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

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

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

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

- 6.4** Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
- 6.4.1 Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- 6.4.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.
- 6.4.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- 6.5** Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- 6.6** Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.
- 6.7** No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

7 Cálculo de la producción anual esperada

- 7.1** En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.
- 7.2** Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

7.2.1 $G_{dm}(0)$.

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

- Agencia Estatal de Meteorología.
- Organismo autonómico oficial.
- Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.

7.2.2 $G_{dm}(\theta, \phi)$.

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

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

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

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

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

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

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

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

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

Tabla II. Generador $P_{mp} = 1 \text{ kWp}$, orientado al Sur ($\theta = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\phi = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\theta = 0^\circ, \phi = 35^\circ)$ [kWh/(m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
Promedio	4,51	4,96	0,803	3,94

8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades

- 8.1.1 Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.
- 8.1.2 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

8.2 Programa de mantenimiento

- 8.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.
- 8.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
 - Mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento correctivo.
- 8.2.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- 8.2.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
 - La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
 - El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
 - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- 8.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 8.2.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:
 - Comprobación de las protecciones eléctricas.
 - Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.

- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

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

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

8.3 Garantías

8.3.1 Ámbito general de la garantía

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

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

8.3.2 Plazos

8.3.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.

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

8.3.3 Condiciones económicas

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

8.3.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

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

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

8.3.4 Anulación de la garantía

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

8.3.5 Lugar y tiempo de la prestación

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

8.3.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

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

8.3.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

ANEXO I

MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica

1 Introducción

- 1.1 Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).
- 1.2 La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

2 Procedimiento de medida

- 2.1 Se describe a continuación el equipo mínimo necesario para calcular la potencia instalada:
 - 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente.
 - 1 termómetro de temperatura ambiente.
 - 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA).
 - 1 pinza amperimétrica de CC y CA.
- 2.2 El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.
- 2.3 Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de ± 2 horas alrededor del mediodía solar.
- 2.4 Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.
- 2.5 Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es $P_{cc, inv}$.
- 2.6 El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).
- 2.7 La temperatura ambiente se mide con un termómetro situado a la sombra, en una zona próxima a los módulos FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

2.8 Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

2.9 Ecuaciones:

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

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

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

- $P_{cc, fov}$ Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.
- L_{cab} Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelo si hay, etc.
- E Irradiancia solar, en W/m^2 , medida con la CTE calibrada.
- g Coeficiente de temperatura de la potencia, en $1/^\circ C$.
- T_c Temperatura de las células solares, en $^\circ C$.
- T_{amb} Temperatura ambiente en la sombra, en $^\circ C$, medida con el termómetro.
- $TONC$ Temperatura de operación nominal del módulo.
- P_o Potencia nominal del generador en CEM, en W.
- $R_{to, var}$ Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.
- L_{tem} Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término $[1 - g (T_c - 25)]$ por $(1 - L_{tem})$.

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

- L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
- L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término L_{ref} es cero.

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

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

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

Tabla III

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

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

Observaciones:

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

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

$$R = 0,000002 L/S \quad (6)$$

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

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

S es la sección de cada cable, en cm^2 .

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

- (2) Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m². Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.
- (3) Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.
- (4) Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar (± 2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

3 Ejemplo

Tabla IV

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

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

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

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

ANEXO II

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA

Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

1 Introducción

- 1.1 El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.
- 1.2 Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:
 - Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
 - Ángulo de azimut α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Su valor es 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al Este y $+90^\circ$ para módulos orientados al Oeste.

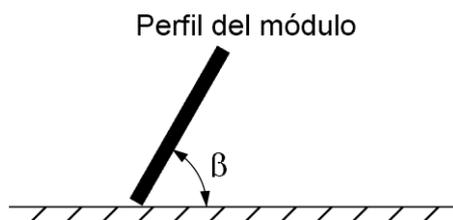


Fig. 1

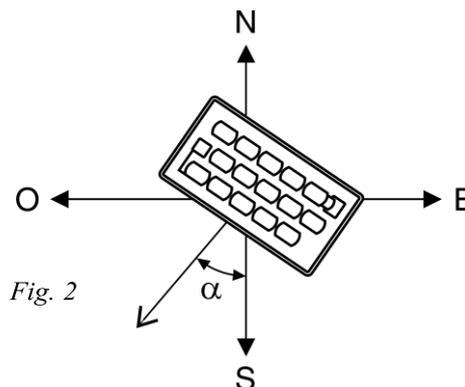


Fig. 2

2 Procedimiento

- 2.1 Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud, N , de 41° , de la siguiente forma:
 - Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de $N = 41^\circ$. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %; para superposición, del 20 %, y para integración arquitectónica del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
 - Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud $N = 41^\circ$ y se corrigen de acuerdo al apartado 2.2.

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

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación } (N = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}).$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación } (N = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor mínimo.}$$

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

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

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\$ - N + 10)^2] \quad \text{para } \$ \# 15^\circ$$

[Nota: ", \$, N se expresan en grados, siendo N la latitud del lugar].

3 Ejemplo de cálculo

Supongamos que se trata de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación del generador están dentro de los límites permitidos para una instalación fotovoltaica en un tejado orientado 15° hacia el Oeste (azimut = $+15^\circ$) y con una inclinación de 40° respecto a la horizontal, para una localidad situada en el Archipiélago Canario cuya latitud es de 29° .

- 3.1 Conocido el azimut, cuyo valor es $+15^\circ$, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación para el caso de $N = 41^\circ$. Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10% (borde exterior de la región 90% - 95%), máximo para el caso general, con la recta de azimut 15° nos proporcionan los valores (ver figura 4):

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ$$

- 3.2 Corregimos para la latitud del lugar:

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 48^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -5^\circ, \text{ que está fuera de rango y se toma, por lo tanto, inclinación mínima} = 0^\circ.$$

- 3.3 Por tanto, esta instalación, de inclinación 40° , cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

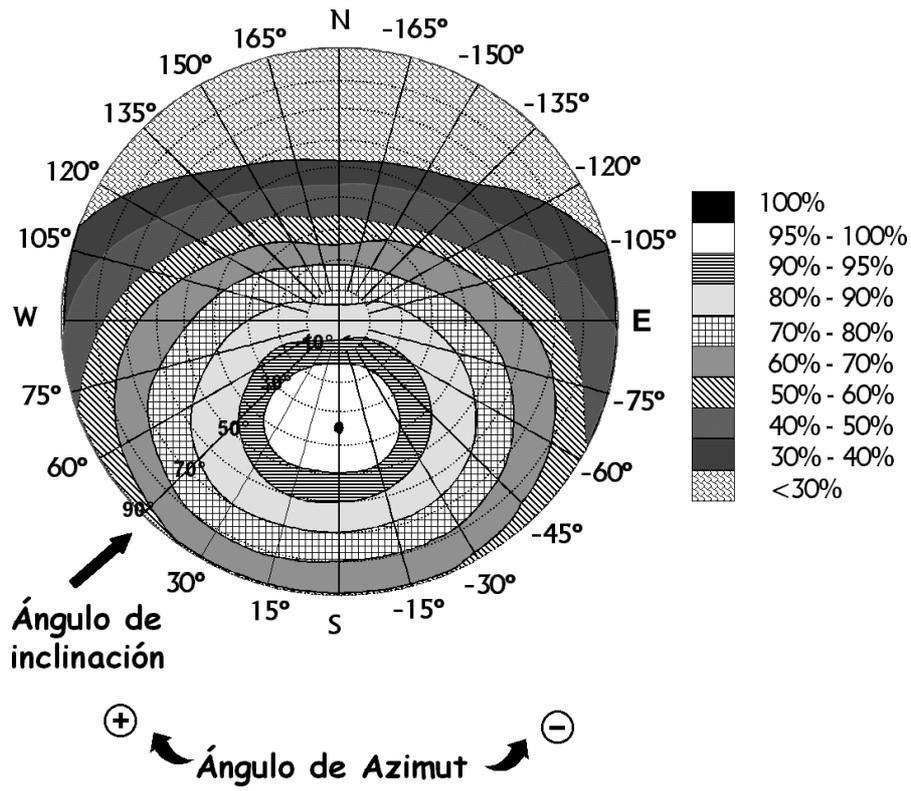


Fig. 3

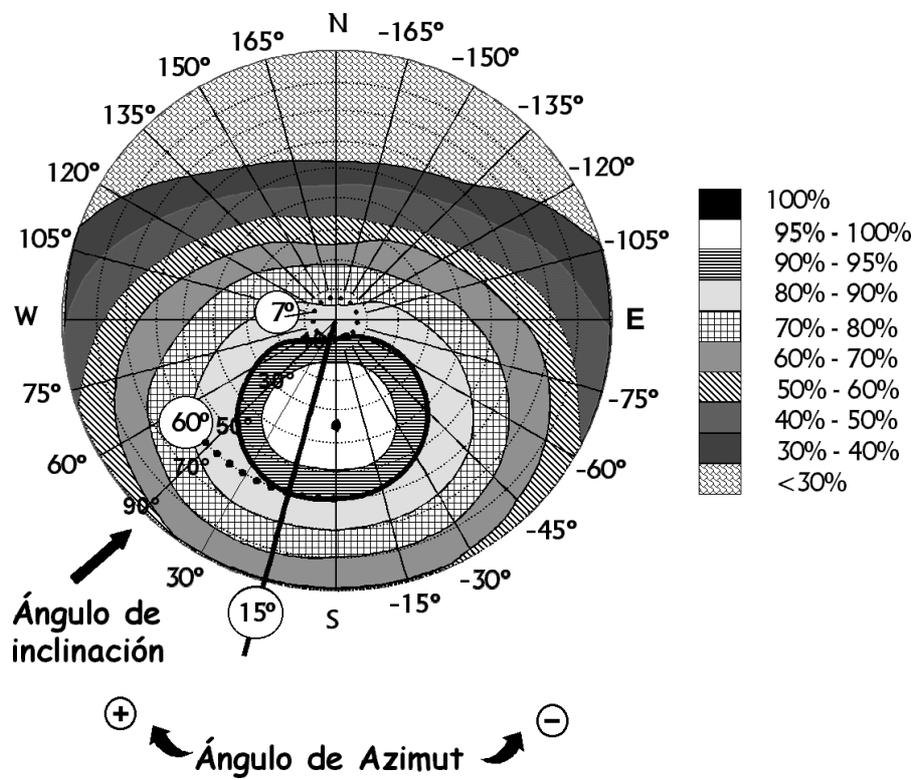


Fig. 4. Resolución del ejemplo.

ANEXO III

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

1 Objeto

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

2 Descripción del método

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

2.1 Obtención del perfil de obstáculos

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

2.2 Representación del perfil de obstáculos

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

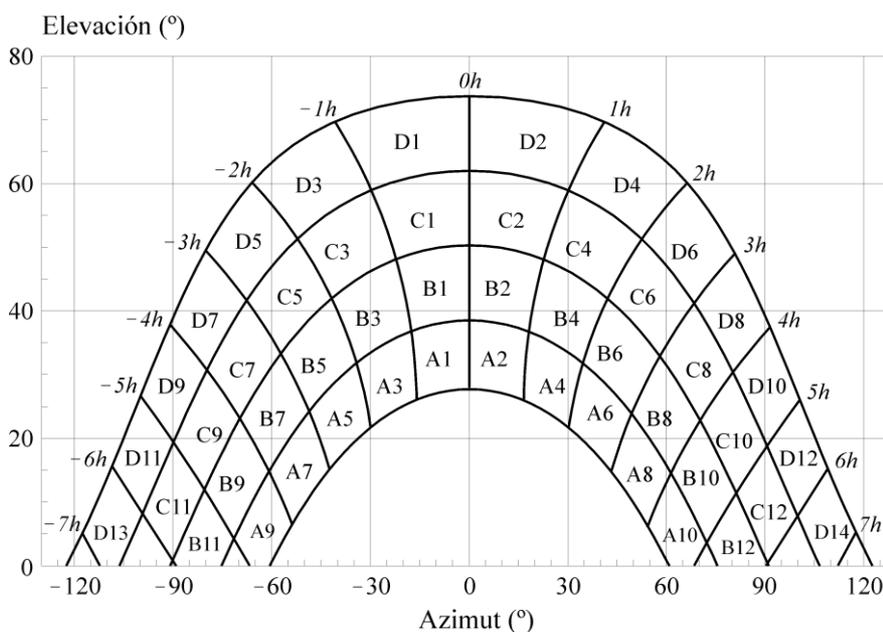


Fig. 5. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales].

2.3 Selección de la tabla de referencia para los cálculos

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

2.4 Cálculo final

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

La sección 4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

3 Tablas de referencia

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

Tabla V-1

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

Tabla V-2

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

Tabla V-3

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

Tabla V-4

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

Tabla V-5

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

Tabla V-6

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

Tabla V-7

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

Tabla V-8

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

Tabla V-9

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

Tabla V-10

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

Tabla V-11

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

4 Ejemplo

Superficie de estudio ubicada en Madrid, inclinada 30° y orientada 10° al Sudeste. En la figura 6 se muestra el perfil de obstáculos.

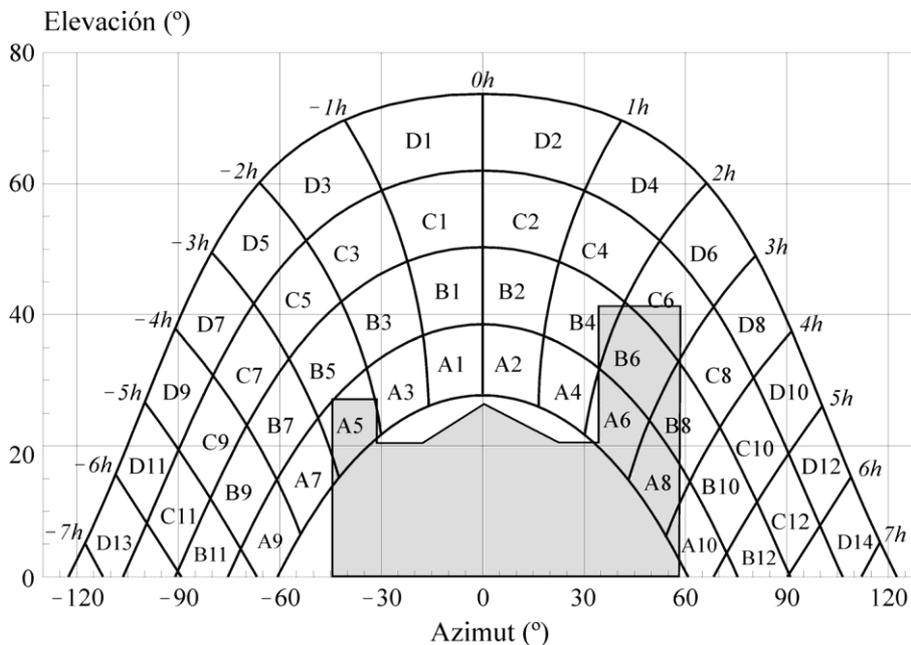


Fig. 6

Tabla VI. Tabla de referencia.

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

Cálculos:

$$\begin{aligned}
 & \text{Pérdidas por sombreado (\% de irradiación global incidente anual)} = \\
 & = 0,25 \times B4 + 0,5 \times A5 + 0,75 \times A6 + B6 + 0,25 \times C6 + A8 + 0,5 \times B8 + 0,25 \times A10 = \\
 & = 0,25 \times 1,89 + 0,5 \times 1,84 + 0,75 \times 1,79 + 1,51 + 0,25 \times 1,65 + 0,98 + 0,5 \times 0,99 + 0,25 \times 0,11 = \\
 & = 6,16 \% \bullet 6 \%
 \end{aligned}$$

5 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a hAk , siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

En la tabla VII pueden verse algunos valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

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

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a hAk , siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

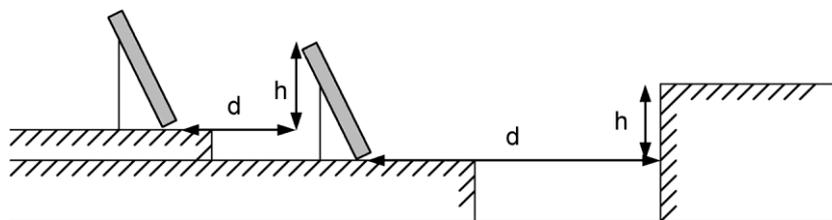


Fig. 7

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
C/ Madera, 8
E - 28004 - MADRID
www.idae.es



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Máster en Ingeniería Industrial



ESTADO DE MEDIDAS

2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

TUTOR

Julián Monedero Andrés

Presupuesto parcial nº 1 Instalación Fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	Ud	<p>Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 585 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 44,62 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 54,26 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,75 A, eficiencia 20,88%, 156 células de 182x91 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2472x1134x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 30,85 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			173,000
1.2	Ud	<p>Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			173,000
1.3	Ud	<p>Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 50 kW, potencia máxima de salida 50 kVA, eficiencia máxima 98,1%, dimensiones 569x621x733 mm, peso 84 kg, con pies de apoyo, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			2,000
1.4	Ud	<p>Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 500x600x230 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10. Instalación en superficie.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación y fijación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000
1.5	Ud	<p>Toma de tierra compuesta por tres picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, hincadas en el terreno, unidas con cable conductor de cobre de 35 mm² de sección, formando un triángulo equilátero, conectadas a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.</p> <p>Incluye: Replanteo. Hincado de las picas. Colocación de la arqueta de registro. Conexión de los electrodos con la línea de enlace. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			2,000

Presupuesto parcial nº 1 Instalación Fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.6	M	<p>Canalización de tubo curvable de polipropileno, transversalmente elástico, corrugado, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 750 N, con grado de protección IP547. Instalación empotrada en elemento de construcción térmicamente aislante. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total m			526,000
1.7	M	<p>Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Instalación en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio). Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total m			10,000
1.8	M	<p>Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total m			10,000
1.9	M	<p>Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total m			526,000
1.10	Ud	<p>Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulo, unipolar (1P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo NB1-1-16C "CHINT ELECTRICS", de 18x86x77 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			40,000
1.11	Ud	<p>Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE160L 431476 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica LTM, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, con bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE160 431136. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000

Presupuesto parcial nº 1 Instalación Fotovoltaica

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.12	Ud	<p>Interrupor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 200 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE250L 432357 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica selectiva LTMD, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, con bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE250 431139. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000
1.13	Ud	<p>Interrupor-seccionador, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 125 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV, poder de apertura y cierre 3 x In, poder de corte 20 x In durante 0,1 s, intensidad de cortocircuito (Icw) 12 x In durante 1 s, modelo NH4-3-125 "CHINT ELECTRICS", vida útil en vacío 8500 maniobras, vida útil en carga 1500 maniobras, de 54x86x75 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000
1.14	Ud	<p>Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 200 A, poder de corte 120 kA, tamaño T1 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 250 A. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>Incluye: Montaje y conexionado del elemento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000
1.15	Ud	<p>Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso fusibles y elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación del marco. Colocación de la puerta. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000
1.16	Ud	<p>Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local, de caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	
Total Ud			1,000



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Proyecto de Autoconsumo Colectivo con
Energía Solar Fotovoltaica en una
Comunidad Energética Local



Máster en Ingeniería Industrial



PRESUPUESTO

2023-2024

ALUMNO

Samuel Barreto González

TUTOR

Julián Monedero Andrés

ÍNDICE DE PRESUPUESTO.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ...	Pág.: 1
	CUADRO DE MANO DE OBRA	Ref.: TFM SAMUEL BARR...
		07/24

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial 1ª electricista.	19,640	120,554 h	2.367,68
2	Oficial 1ª construcción.	19,110	1,161 h	22,19
3	Ayudante electricista.	18,560	113,594 h	2.108,30
4	Peón ordinario construcción.	18,300	1,205 h	22,05
			Importe total:	4.520,22

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ...	Pág.: 2
	CUADRO DE MATERIALES	Ref.: TFM SAMUEL BARR...
		07/24

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	104,900	1,000 Ud	104,90
2	Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 500x600x230 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10.	85,280	1,000 Ud	85,28
3	Tubo curvable de polipropileno, transversalmente elástico, corrugado, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (suelos, paredes y techos). Resistencia a la compresión 750 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 90°C, con grado de protección IP547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.	0,790	526,000 m	415,54
4	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 20 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	3,960	10,000 m	39,60
5	Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulo, unipolar (1P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo NB1-1-16C "CHINT ELECTRICS", de 18x86x77 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60898-1.	20,500	40,000 Ud	820,00
6	Interruptor-seccionador, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 125 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV, poder de apertura y cierre 3 x In, poder de corte 20 x In durante 0,1 s, intensidad de cortocircuito (Icw) 12 x In durante 1 s, modelo NH4-3-125 "CHINT ELECTRICS", vida útil en vacío 8500 maniobras, vida útil en carga 1500 maniobras, de 54x86x75 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según UNE-EN 60947-3.	116,480	1,000 Ud	116,48
7	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 200 A, poder de corte 120 kA, tamaño T1, según UNE-EN 60269-1.	11,060	1,000 Ud	11,06
8	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2, según UNE-EN 60269-1.	13,940	3,000 Ud	41,82
9	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 250 A, según UNE-EN 60269-1.	17,580	1,000 Ud	17,58
10	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora. Según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK09 según UNE-EN 50102.	1.606,700	1,000 Ud	1.606,70

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ...	Pág.: 3
	CUADRO DE MATERIALES	Ref.: TFM SAMUEL BARR...
		07/24

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
11	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	129,090	1,000 Ud	129,09
12	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,380	4,000 m	13,52
13	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	4,940	6,000 m	29,64
14	Peana prefabricada de hormigón armado para ubicación de 1 ó 2 cajas de protección y medida.	57,250	1,000 Ud	57,25
15	Juego de pernos metálicos de anclaje para sujeción de armario a peana prefabricada de hormigón armado.	9,950	1,000 Ud	9,95
16	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-2.	0,880	526,000 m	462,88
17	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-2.	23,020	10,000 m	230,20
18	Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE160L 431476 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica LTM, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, según UNE-EN 60947-2.	1.219,190	1,000 Ud	1.219,19
19	Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 200 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE250L 432357 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica selectiva LTMD, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, según UNE-EN 60947-2.	1.985,890	1,000 Ud	1.985,89
20	Bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE160 431136 "GENERAL ELECTRIC".	817,890	1,000 Ud	817,89
21	Bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE250 431139 "GENERAL ELECTRIC".	1.392,540	1,000 Ud	1.392,54

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN ...	Pág.: 4
	CUADRO DE MATERIALES	Ref.: TFM SAMUEL BARR...
		07/24

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
22	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 50 kW, potencia máxima de salida 50 kVA, eficiencia máxima 98,1%, dimensiones 569x621x733 mm, peso 84 kg, con pies de apoyo, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación via Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus.	4.200,590	2,000 Ud	8.401,18
23	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, para cubierta inclinada, con accesorios de montaje y elementos de fijación.	27,220	173,000 Ud	4.709,06
24	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 585 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 44,62 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 54,26 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,75 A, eficiencia 20,88%, 156 células de 182x91 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2472x1134x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 30,85 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores.	205,920	173,000 Ud	35.624,16
25	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	67,130	2,000 Ud	134,26
26	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	41,730	2,000 Ud	83,46
27	Grapa abarcón para conexión de pica.	0,910	6,000 Ud	5,46
28	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.	3,180	2,000 Ud	6,36
29	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	2,550	14,000 m	35,70
30	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	16,330	6,000 Ud	97,98
31	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,340	2,000 Ud	2,68
32	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,040	2,000 Ud	2,08
			Importe total:	58.709,38

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN U...	Pág.: 5
	CUADRO DE MAQUINARIA	Ref.: TFM SAMUEL BAR...
		07/24

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Camión con grúa de hasta 6 t.	53,790	1,026 h	55,19
			Importe total:	55,19

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UN...	Pág.: 6
	CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES	Ref.: TFM SAMUEL BAR...
		07/24

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 7
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1 cap1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1 IEF001 Ud MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO.

Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 585 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 44,62 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 54,26 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,75 A, eficiencia 20,88%, 156 células de 182x91 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2472x1134x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 30,85 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.

Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35sol028qq	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino,...	1,000	205,920	205,92
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,402	19,640	7,90
mo102	h	Ayudante electricista.	0,402	18,560	7,46
%	%	Costes directos complementarios	2,000	221,280	4,43
3,000	%	Costes indirectos		225,710	6,77

Clase: Mano de obra	15,360
Clase: Materiales	205,920
Clase: Medios auxiliares	4,430
Clase: 3 % Costes indirectos	6,770
Coste total	232,48

DOSCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

1.2 IEF003 Ud ESTRUCTURA SOPORTE PARA MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO, SOBRE CUBIERTA INCLINADA.

Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación.

Incluye: Replanteo. Montaje y fijación.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35sol006	Ud	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero g...	1,000	27,220	27,22
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,134	19,640	2,63
mo102	h	Ayudante electricista.	0,134	18,560	2,49
%	%	Costes directos complementarios	2,000	32,340	0,65
3,000	%	Costes indirectos		32,990	0,99

Clase: Mano de obra	5,120
Clase: Materiales	27,220
Clase: Medios auxiliares	0,650
Clase: 3 % Costes indirectos	0,990
Coste total	33,98

TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 8
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.3 IEF020 Ud **INVERSOR FOTOVOLTAICO.**

Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 50 kW, potencia máxima de salida 50 kVA, eficiencia máxima 98,1%, dimensiones 569x621x733 mm, peso 84 kg, con pies de apoyo, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.

Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35ifg050a	Ud	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje...	1,000	4.200,590	4.200,59
mq04cag010a	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,513	53,790	27,59
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,893	19,640	17,54
mo102	h	Ayudante electricista.	0,893	18,560	16,57
%	%	Costes directos complementarios	2,000	4.262,290	85,25
3,000	%	Costes indirectos		4.347,540	130,43

Clase: Mano de obra	34,110
Clase: Maquinaria	27,590
Clase: Materiales	4.200,590
Clase: Medios auxiliares	85,250
Clase: 3 % Costes indirectos	130,430

Coste total 4.477,97

CUATRO MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

1.4 IEF050 Ud **ARMARIO DE CONEXIONES.**

Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 500x600x230 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10. Instalación en superficie.

Incluye: Replanteo. Colocación y fijación.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35aeg010f	Ud	Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, ...	1,000	85,280	85,28
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,208	19,640	4,09
mo102	h	Ayudante electricista.	0,208	18,560	3,86
%	%	Costes directos complementarios	2,000	93,230	1,86
3,000	%	Costes indirectos		95,090	2,85

Clase: Mano de obra	7,950
Clase: Materiales	85,280
Clase: Medios auxiliares	1,860
Clase: 3 % Costes indirectos	2,850

Coste total 97,94

NOVENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 9
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.5 IEP021 Ud **TOMA DE TIERRA CON PICA.**

Toma de tierra compuesta por tres picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, hincadas en el terreno, unidas con cable conductor de cobre de 35 mm² de sección, formando un triángulo equilátero, conectadas a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.

Incluye: Replanteo. Hincado de las picas. Colocación de la arqueta de registro. Conexión de los electrodos con la línea de enlace. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35tte010b	Ud	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, f...	3,000	16,330	48,99
mt35ttc010b	m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	7,000	2,550	17,85
mt35tta040	Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	3,000	0,910	2,73
mt35tta010	Ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm...	1,000	67,130	67,13
mt35tta030	Ud	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalació...	1,000	41,730	41,73
mt35tta060	Ud	Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conduc...	1,000	3,180	3,18
mt35www020	Ud	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,000	1,040	1,04
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,231	19,640	4,54
mo102	h	Ayudante electricista.	0,231	18,560	4,29
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,022	18,300	0,40
%	%	Costes directos complementarios	2,000	191,880	3,84
3,000	%	Costes indirectos		195,720	5,87

Clase: Mano de obra 9,230

Clase: Materiales 182,650

Clase: Medios auxiliares 3,840

Clase: 3 % Costes indirectos 5,870

Coste total 201,59

DOSCIENTOS UN EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

1.6 IEO010 m **CANALIZACIÓN.**

Canalización de tubo curvable de polipropileno, transversalmente elástico, corrugado, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 750 N, con grado de protección IP547. Instalación empotrada en elemento de construcción térmicamente aislante.

Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

mt35aia050b	m	Tubo curvable de polipropileno, transversalmente elástico, co...	1,000	0,790	0,79
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,014	19,640	0,27
mo102	h	Ayudante electricista.	0,018	18,560	0,33
%	%	Costes directos complementarios	2,000	1,390	0,03
3,000	%	Costes indirectos		1,420	0,04

Clase: Mano de obra 0,600

Clase: Materiales 0,790

Clase: Medios auxiliares 0,030

Clase: 3 % Costes indirectos 0,040

Coste total 1,46

UN EURO CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 10
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.7	IEO010b	m	CANALIZACIÓN. Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Instalación en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio). Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	mt35aia070ad	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble ...	1,000	3,960	3,96
	mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,022	19,640	0,43
	mo102	h	Ayudante electricista.	0,018	18,560	0,33
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	4,720	0,09
	3,000	%	Costes indirectos		4,810	0,14
			Clase: Mano de obra			0,760
			Clase: Materiales			3,960
			Clase: Medios auxiliares			0,090
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,140
			Coste total			4,95

			CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
1.8	IEH012b	m	CABLE ELÉCTRICO BAJA TENSIÓN TRAMO INVERSOR-RED Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	mt35cun030k	m	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV...	1,000	23,020	23,02
	mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,103	19,640	2,02
	mo102	h	Ayudante electricista.	0,103	18,560	1,91
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	26,950	0,54
	3,000	%	Costes indirectos		27,490	0,82
			Clase: Mano de obra			3,930
			Clase: Materiales			23,020
			Clase: Medios auxiliares			0,540
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,820
			Coste total			28,31

VEINTIOCHO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 11
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.9	IEH012c	m	CABLE ELÉCTRICO BAJA TENSIÓN TRAMO STRINGS MODULOFV-INVERSOR. Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	mt35cun030b	m	Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV...	1,000	0,880	0,88
	mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,013	19,640	0,26
	mo102	h	Ayudante electricista.	0,013	18,560	0,24
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	1,380	0,03
	3,000	%	Costes indirectos		1,410	0,04
			Clase: Mano de obra			0,500
			Clase: Materiales			0,880
			Clase: Medios auxiliares			0,030
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,040
			Coste total			1,45

			UN EURO CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
1.10	IEX050	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO, MODULAR. Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulo, unipolar (1P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo NB1-1-16C "CHINT ELECTRICS", de 18x86x77 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	mt35amc03...	Ud	Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulo, unipola...	1,000	20,500	20,50
	mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,186	19,640	3,65
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	24,150	0,48
	3,000	%	Costes indirectos		24,630	0,74
			Clase: Mano de obra			3,650
			Clase: Materiales			20,500
			Clase: Medios auxiliares			0,480
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,740
			Coste total			25,37

VEINTICINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 12
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.11	IEX207	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EN CAJA MOLDEADA, CON BLOQUE DIFERENCIAL. Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE160L 431476 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica LTM, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, con bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE160 431136. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	mt35gee108ii	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensi...	1,000	1.219,190	1.219,19
	mt35gee123a	Ud	Bloque diferencial para interruptor automático en caja molde...	1,000	817,890	817,89
	mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,559	19,640	10,98
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	2.048,060	40,96
	3,000	%	Costes indirectos		2.089,020	62,67
			Clase: Mano de obra			10,980
			Clase: Materiales			2.037,080
			Clase: Medios auxiliares			40,960
			Clase: 3 % Costes indirectos			62,670
			Coste total			2.151,69

DOS MIL CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

1.12	IEX207b	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EN CAJA MOLDEADA, CON BLOQUE DIFERENCIAL. Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 200 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE250L 432357 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica selectiva LTMD, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, con bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE250 431139. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	mt35gee11...	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensi...	1,000	1.985,890	1.985,89
	mt35gee124a	Ud	Bloque diferencial para interruptor automático en caja molde...	1,000	1.392,540	1.392,54
	mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,559	19,640	10,98
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	3.389,410	67,79
	3,000	%	Costes indirectos		3.457,200	103,72
			Clase: Mano de obra			10,980
			Clase: Materiales			3.378,430
			Clase: Medios auxiliares			67,790
			Clase: 3 % Costes indirectos			103,720
			Coste total			3.560,92

TRES MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 13
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.13 IEX020 Ud **INTERRUPTOR-SECCIONADOR MODULAR.**

Interruptor-seccionador, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 125 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV, poder de apertura y cierre 3 x In, poder de corte 20 x In durante 0,1 s, intensidad de cortocircuito (Icw) 12 x In durante 1 s, modelo NH4-3-125 "CHINT ELECTRICS", vida útil en vacío 8500 maniobras, vida útil en carga 1500 maniobras, de 54x86x75 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35amc402F	Ud	Interruptor-seccionador, de 3 módulos, tripolar (3P), intensida...	1,000	116,480	116,48
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,280	19,640	5,50
%	%	Costes directos complementarios	2,000	121,980	2,44
3,000	%	Costes indirectos		124,420	3,73

Clase: Mano de obra	5,500
Clase: Materiales	116,480
Clase: Medios auxiliares	2,440
Clase: 3 % Costes indirectos	3,730
Coste total	128,15

CIENTO VEINTIOCHO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS

1.14 IEX305 Ud **FUSIBLE DE CUCHILLAS.**

Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 200 A, poder de corte 120 kA, tamaño T1 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 250 A. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35amc82...	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 200 A, pode...	1,000	11,060	11,06
mt35amc83...	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nomi...	1,000	17,580	17,58
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,186	19,640	3,65
%	%	Costes directos complementarios	2,000	32,290	0,65
3,000	%	Costes indirectos		32,940	0,99

Clase: Mano de obra	3,650
Clase: Materiales	28,640
Clase: Medios auxiliares	0,650
Clase: 3 % Costes indirectos	0,990
Coste total	33,93

TREINTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 14
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
--------------	--------	----	-------------	-------------	--------	---------

1.15 IEC020 Ud **CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.**

Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso fusibles y elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación del marco. Colocación de la puerta. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35cgp020fs	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexió...	1,000	129,090	129,09
mt35amc82...	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 250 A, pode...	3,000	13,940	41,82
mt35cgp040h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y...	3,000	4,940	14,82
mt35cgp040f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y...	3,000	3,380	10,14
mt26cgp010	Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado...	1,000	104,900	104,90
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,340	1,34
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,268	19,110	5,12
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,268	18,300	4,90
mo003	h	Oficial 1ª electricista.	0,447	19,640	8,78
mo102	h	Ayudante electricista.	0,447	18,560	8,30
%	%	Costes directos complementarios	2,000	329,210	6,58
3,000	%	Costes indirectos		335,790	10,07

Clase: Mano de obra 27,100

Clase: Materiales 302,110

Clase: Medios auxiliares 6,580

Clase: 3 % Costes indirectos 10,070

Coste total 345,86

TRESCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

1.16 IEC010 Ud **CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.**

Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local, de caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.

Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt35cgp010t	Ud	Caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E,...	1,000	1.606,700	1.606,70
mt35cgp040h	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y...	3,000	4,940	14,82
mt35cgp040f	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y...	1,000	3,380	3,38
mt35cgp100	Ud	Peana prefabricada de hormigón armado para ubicación de 1...	1,000	57,250	57,25
mt35cgp101	Ud	Juego de pernos metálicos de anclaje para sujeción de arma...	1,000	9,950	9,95
mt35www010	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,000	1,340	1,34

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN UNA...	Pág.: 15
	CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS Y CUADRO DE PRECIOS Nº 1 Y Nº 2	Ref.: TFM SAMUEL BA...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Actividad	Código	Ud	Descripción	Rendimiento	Precio	Importe
mo020		h	Oficial 1ª construcción.	0,893	19,110	17,07
mo113		h	Peón ordinario construcción.	0,893	18,300	16,34
mo003		h	Oficial 1ª electricista.	0,447	19,640	8,78
mo102		h	Ayudante electricista.	0,447	18,560	8,30
%		%	Costes directos complementarios	2,000	1.743,930	34,88
3,000		%	Costes indirectos		1.778,810	53,36

Clase: Mano de obra	50,490
Clase: Materiales	1.693,440
Clase: Medios auxiliares	34,880
Clase: 3 % Costes indirectos	53,360
Coste total	1.832,17

MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON
DIECISIETE CÉNTIMOS

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN...	Pág.: 16
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: TFM SAMUEL BAR...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
1	cap1 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA								
1.1	Ud Módulo solar fotovoltaico.								
IEF001	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 585 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 44,62 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 54,26 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 13,75 A, eficiencia 20,88%, 156 células de 182x91 mm, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2472x1134x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m², resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m², peso 30,85 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.1						173,000	232,48	40.219,04
1.2	Ud Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, sobre cubierta inclinada.								
IEF003	Estructura soporte para módulo solar fotovoltaico, de acero galvanizado, sobre cubierta inclinada. Incluso accesorios de montaje y elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.2						173,000	33,98	5.878,54
1.3	Ud Inversor fotovoltaico.								
IEF020	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW, voltaje de entrada máximo 1000 Vcc, rango de voltaje de entrada de 500 a 800 Vcc, potencia nominal de salida 50 kW, potencia máxima de salida 50 kVA, eficiencia máxima 98,1%, dimensiones 569x621x733 mm, peso 84 kg, con pies de apoyo, indicador del estado de funcionamiento con led, comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, dos puertos Ethernet, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.3						2,000	4.477,97	8.955,94
1.4	Ud Armario de conexiones.								
IEF050	Armario monobloc de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 500x600x230 mm, color gris RAL 7035, con grados de protección IP66 e IK10. Instalación en superficie. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.4						1,000	97,94	97,94
1.5	Ud Toma de tierra con pica.								
IEP021	Toma de tierra compuesta por tres picas de acero cobreado de 2 m de longitud cada una, hincadas en el terreno, unidas con cable conductor de cobre de 35 mm² de sección, formando un triángulo equilátero, conectadas a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós. Incluye: Replanteo. Hincado de las picas. Colocación de la arqueta de registro. Conexión de los electrodos con la línea de enlace. Conexión a la red de tierra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.5						2,000	201,59	403,18

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN...	Pág.: 17
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: TFM SAMUEL BAR...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
1.6 IEO010	M Canalización. Canalización de tubo curvable de polipropileno, transversalmente elástico, corrugado, de color gris, de 20 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 750 N, con grado de protección IP547. Instalación empotrada en elemento de construcción térmicamente aislante. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.6						526,000	1,46	767,96
1.7 IEO010b	M Canalización. Canalización de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 75 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N. Instalación en conducto de obra de fábrica (no incluido en este precio). Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.7						10,000	4,95	49,50
1.8 IEH012b	M CABLE ELÉCTRICO BAJA TENSIÓN TRAMO INVERSOR-RED Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 120 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.8						10,000	28,31	283,10
1.9 IEH012c	M CABLE ELÉCTRICO BAJA TENSIÓN TRAMO STRINGS MODULOFV-INVERSOR. Cable unipolar RV-K, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Incluso accesorios y elementos de sujeción. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.9						526,000	1,45	762,70
1.10 IEX050	Ud Interruptor automático magnetotérmico, modular. Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulo, unipolar (1P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo NB1-1-16C "CHINT ELECTRICS", de 18x86x77 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.10						40,000	25,37	1.014,80
1.11 IEX207	Ud Interruptor automático en caja moldeada, con bloque diferencial. Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE160L 431476 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica LTM, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, con bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE160 431136. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.								
	Total partida 1.11						1,000	2.151,69	2.151,69

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN...	Pág.: 18
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: TFM SAMUEL BAR...
	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	07/24

Nº Orden	Descripción de las unidades de obra	Uds.	Latitud	Longitud	Altura	Subtotal	Medición	Precio	Importe
1.12 IEX207b	<p>Ud Interruptor automático en caja moldeada, con bloque diferencial.</p> <p>Interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), intensidad nominal 200 A, poder de corte 150 kA a 400 V, FE250L 432357 "GENERAL ELECTRIC", con unidad de protección magnetotérmica selectiva LTMD, ajuste de la intensidad de disparo térmico entre 0,8 y 1 x In, ajuste de la intensidad de disparo magnético entre 5 y 10 x In, de 105x170x95 mm, con bloque diferencial para interruptor automático en caja moldeada, tripolar (3P), 220/440 V, ajuste de la intensidad de disparo de 0,3 a 10 A, ajuste del tiempo de disparo de 60 a 600 ms, FE250 431139. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>								
	Total partida 1.12						1,000	3.560,92	3.560,92
1.13 IEX020	<p>Ud Interruptor-seccionador modular.</p> <p>Interruptor-seccionador, de 3 módulos, tripolar (3P), intensidad nominal 125 A, tensión de aislamiento (Ui) 500 V, impulso de tensión máximo (Uimp) 4 kV, poder de apertura y cierre 3 x In, poder de corte 20 x In durante 0,1 s, intensidad de cortocircuito (Icw) 12 x In durante 1 s, modelo NH4-3-125 "CHINT ELECTRICS", vida útil en vacío 8500 maniobras, vida útil en carga 1500 maniobras, de 54x86x75 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>								
	Total partida 1.13						1,000	128,15	128,15
1.14 IEX305	<p>Ud Fusible de cuchillas.</p> <p>Conjunto fusible, formado por fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 200 A, poder de corte 120 kA, tamaño T1 y base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 250 A. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Montaje y conexionado del elemento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>								
	Total partida 1.14						1,000	33,93	33,93
1.15 IEC020	<p>Ud Caja general de protección.</p> <p>Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 9, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso fusibles y elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación del marco. Colocación de la puerta. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>								
	Total partida 1.15						1,000	345,86	345,86
1.16 IEC010	<p>Ud Caja de protección y medida.</p> <p>Suministro e instalación en peana prefabricada de hormigón armado, en vivienda unifamiliar o local, de caja de medida con transformador de intensidad CMT-300E, de hasta 300 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación a la intemperie. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada. Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>								
	Total partida 1.16						1,000	1.832,17	1.832,17
	Total cap1 Instalación Fotovoltaica								66.485,42

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN...	Pág.: 19
	MEDICIONES Y PRESUPUESTOS	Ref.: TFM SAMUEL BAR...
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	07/24

Presupuesto de ejecución material

1 Instalación Fotovoltaica	66.485,42
Total	66.485,42

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SESENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

	PROYECTO DE AUTOCONSUMO COLECTIVO CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN U...	Pág.: 20
	RESUMEN DE PRESUPUESTO	Ref.: TFM SAMUEL BARRE...
	RESUMEN DE CAPÍTULOS	07/24

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe	%
----------	--------	------------------------------	---------	---

1	cap1	Instalación Fotovoltaica	66.485,42	100,00
---	------	--------------------------	-----------	--------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	66.485,42
13% Gastos Generales.....	8.643,10
6% Beneficio Industrial.....	3.989,13
PRESUPUESTO	79.117,65
7% IGIC.....	5.538,24
PRESUPUESTO + IGIC	84.655,89

Suma el presente presupuesto más IGIC la cantidad de:

OCHENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS