

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE MINAS Y ENERGÍA

Titulación: **GRADUADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

Itinerario: **Tecnologías Energéticas**

**Estudio de viabilidad de una instalación fotovoltaica en la
Escuela Técnica Superior de Minas y Energía**



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

Carlos González Pra

SEPTIEMBRE DE 2024

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE MINAS Y ENERGÍA

Titulación: **GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

Itinerario: **Tecnologías Energéticas**

Estudio de Viabilidad de una instalación fotovoltaica en la Escuela Técnica Superior de Minas y Energía

Realizado por

Carlos González Pra

Dirigido por

**Luis Fernández Beites - Departamento de Automática, Ingeniería Eléctrica y
Electrónica e informática Industrial**

ÍNDICE

ÍNDICE.....	i
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	vii
PALABRAS CLAVE.....	vii
KEY WORDS	vii
DOCUMENTO 1: MEMORIA.....	1
1. OBJETIVOS Y ALCANCE.....	3
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Alcance	3
2. ANTECEDENTES.....	4
2.1. Evolución de las energías renovables	4
2.2. Recurso solar en España	6
2.3. Tendencias.....	7
2.4. Normativa y legislación.....	8
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1. Tecnología solar fotovoltaica.....	11
3.2. Panel fotovoltaico	13
3.3. Rendimiento del Panel	14
3.4. Inversor	18
3.5. Baterías.....	19
3.6. Cableado.....	19
4. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE MINAS Y ENERGÍA.....	21
4.1. Ubicación y distribución	21
4.2. Consumos	22
4.3. Radiación solar	25
5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	27
5.1. Instalación de 99 kWp	29
5.2. Instalación de 159,5 kWp.....	38
6. CONCLUSIONES TÉCNICAS	44
7. BIBLIOGRAFÍA	45

DOCUMENTO 2: ESTUDIO ECONÓMICO	51
1. INTRODUCCIÓN	53
2. PRESUPUESTO	53
2.1. Presupuesto de la instalación de 99 kWp	54
2.2. Presupuesto de la instalación de 159,5 kWp	54
3. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	56
3.1. Análisis de la instalación de 99 kWp	59
3.2. Análisis de la instalación de 159,5 kWp	62
4. CONCLUSIONES FINALES	67
5. BIBLIOGRAFÍA	68
DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES	71
1. OBJETO DEL CONTRATO	73
2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	73
2.1. Alcance de la instalación	73
2.2. Componentes principales	73
2.3. Normativa aplicable	74
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	75
3.1. Diseño de la instalación.....	75
3.2. Ejecución de los trabajos	75
4. GARANTÍAS Y MANTENIMIENTO.....	76
4.1. Garantías	76
4.2. Mantenimiento	77
DOCUMENTO 4: ANEXOS	79
Anexo A: Consumos eléctricos de la ETSIME	81
Anexo B: Simulaciones PVsyst.....	105
Anexo C: Fichas técnicas	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Periodos en la tarifa 6.1 TD.....	23
Tabla 2: Consumo por periodos de la ETSIME en kWh	24
Tabla 3: Simulación meteorológica anual ETSIME	26
Tabla 4: Características principales del panel JA Solar 550 W.....	30
Tabla 5: Características principales Huawei SUN2000-100KTL-M2.....	34
Tabla 6: Simulación de la instalación de 99 kWp	36
Tabla 7: Rendimiento de la instalación de 99 kWp	36
Tabla 8: Características principales Huawei SUN2000-50KTL-M3.....	40
Tabla 9: Simulación de la instalación de 159,5 kWp.....	41
Tabla 10: Rendimiento de la instalación de 159,5 kWp	42
Tabla 11: Presupuesto de la instalación de 99 kWp	54
Tabla 12: Presupuesto de la instalación de 159,5 kWp.....	55
Tabla 13: Ahorro anual de la instalación de 99 kWp.....	60
Tabla 14: Ahorro anual de la instalación de 159,5 kWp.....	62
Tabla 15: Ahorro anual de la instalación de 159,5 kWp con tarifa PPA	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución de las energías renovables en el mundo [3]	4
Figura 2: Producción de energía solar en el mundo [3]	5
Figura 3: Horas de sol en Europa [7]	6
Figura 4: Estructura de bandas en un semiconductor [30]	11
Figura 5: Funcionamiento célula fotovoltaica [33]	13
Figura 6: Elementos de un panel solar [35]	14
Figura 7: Curva característica de un panel [37]	15
Figura 8: Eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos [38]	16
Figura 9: Representación corriente continua y alterna [39]	18
Figura 10: Distribución de la ETSIME [42]	21
Figura 11: Edificios M1, M2 y M3	22
Figura 12: Consumo por periodos de la ETSIME	24
Figura 13: Trayectorias solares en la ETSIME	25
Figura 14: Instalación 99 kWp	29
Figura 15: Distancia mínima entre paneles	32
Figura 16: Consumo, generación y autoconsumo de la instalación de 99 kWp	37
Figura 17: Instalación de 159,5 kWp	38
Figura 18: Consumo, generación y autoconsumo de la instalación de 159,5 kWp	42
Figura 19: Evolución del precio de la electricidad en España	58

RESUMEN

La energía solar fotovoltaica se ha consolidado como una de las fuentes renovables más prometedoras para la generación de electricidad, por su eficiencia desde el punto de vista técnico y económico. Este trabajo presenta un estudio de viabilidad técnica y económica de una instalación solar fotovoltaica en la Escuela Técnica Superior de Minas y Energía. Para ello, se analizarán los consumos eléctricos de la Escuela, y se proponen diferentes dimensiones y modelos de financiación, con el objetivo de reducir el gasto anual y mejorar la sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Madrid.

ABSTRACT

Photovoltaic solar energy has been consolidated as one of the most promising renewable sources for electricity generation, due to its efficiency from a technical and economic point of view. In this work, a technical and economic feasibility study of a photovoltaic solar installation at the Escuela Técnica Superior de Minas y Energía is carried out. To this end, an analysis of the electrical consumption of the institution will be carried out, and different dimensions and financing models will be suggested, thus reducing the annual expenditure and improving the sustainability of the Universidad Politécnica de Madrid.

PALABRAS CLAVE

Energía; Energía solar fotovoltaica; Dimensionamiento; Energía solar; Energías renovables; Sistema fotovoltaico; Paneles Fotovoltaicos; Luz solar; Inversor fotovoltaico; Sostenibilidad; ETSIME.

KEY WORDS

Energy; Photovoltaic solar energy; Sizing; Solar Energy; Renewable energies; Photovoltaic system; Photovoltaic panels, Sunlight; Photovoltaic inverter, Sustainability; ETSIME.

**Estudio de Viabilidad de una instalación fotovoltaica en la
Escuela Técnica Superior de Minas y Energía**

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1. OBJETIVOS Y ALCANCE

1.1. Objetivos

El objetivo de este proyecto es demostrar la viabilidad técnica y económica de una instalación fotovoltaica en el edificio M2 de la Escuela Técnica Superior de Minas y Energías (en adelante ETSIME), contemplando diferentes posibilidades de dimensionamiento y de modelos de financiación, entre ellas el contrato de compraventa PPA (*Power Purchase Agreement*). Para ello, en el documento se perseguirán los siguientes objetivos parciales:

- Analizar los consumos anuales de electricidad de la ETSIME.
- Realizar el dimensionamiento de la instalación más apropiado en base a dichos consumos.
- Utilizar herramientas de software profesional para llevar a cabo el desarrollo de la planta.
- Revisar la normativa vigente para este tipo de instalaciones.
- Estimar los costes de la instalación y las alternativas a la hora de la financiación del proyecto.

1.2. Alcance

El proyecto estudia la instalación de una planta fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red. Se contemplarán varias alternativas: desde la compensación simplificada, hasta un acuerdo de compraventa PPA, pasando por una instalación simple con un EPC.

Para ello, se tendrá en cuenta la normativa vigente y las recomendaciones técnicas de las instalaciones de estas características.

El documento no incluye en qué términos debe realizarse la entrega y recepción de la instalación, ni los procedimientos posteriores a la finalización de las obras.

2. ANTECEDENTES

2.1. Evolución de las energías renovables

El crecimiento en la capacidad instalada en energías renovables a nivel mundial en la última década ha sido muy notable (figura 1). En esta trayectoria ascendente destaca el aumento de 510 Gigavatios (GW) experimentado en 2023, que supuso alcanzar los 3.870 GW al final de dicho año [1]. La necesidad de satisfacer la creciente demanda de energía de una población mundial en continuo crecimiento y el cumplimiento de los objetivos fijados por el Acuerdo de París para reducir las emisiones de carbono y mitigar los efectos del cambio climático son las principales razones que explican esta evolución [2].

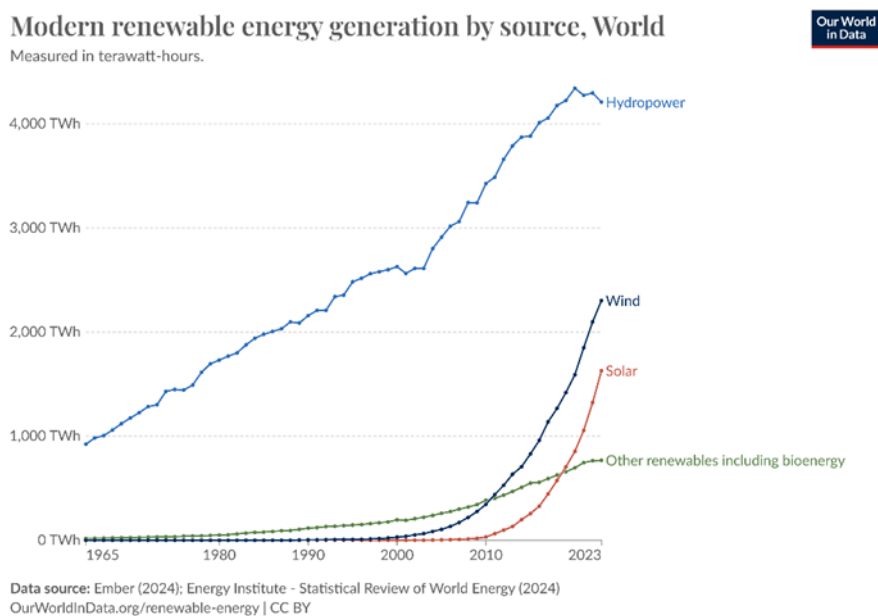


Figura 1: Evolución de las energías renovables en el mundo [3]

En la Cumbre del Clima COP28 [4] que tuvo lugar en Dubái en diciembre de 2023, los gobiernos de 198 países tomaron la decisión histórica de colaborar para triplicar la capacidad instalada global de energías renovables y llegar a los 11.000 GW en 2030 [5]. Si se mantienen las actuales políticas y condiciones de mercado, se estima que la capacidad instalada global en renovables alcanzará los 7.300 GW en 2028. Este escenario supondría multiplicar por 2,5 su nivel actual, pero no se alcanzaría el objetivo de triplicar que se fijó en la Conferencia del Clima [6].

El mayor crecimiento estimado en capacidad instalada en energías renovables para el periodo 2023-2028 se atribuye a China (aumento de 2TW) seguido de Europa (aumento

de 532 GW), Asia Pacífico (aumento de 430 GW) y Estados Unidos (aumento de 340 GW). Se prevé que aproximadamente el 75% de este aumento corresponderá a la energía solar fotovoltaica, de acuerdo con la Administración de Información Energética de Estados Unidos (IEA) [6].

La energía solar fotovoltaica ya ha sido la energía que ha experimentado el mayor crecimiento con una capacidad instalada global de 1.412 GW en 2023 [6], estando previsto que en 2028 esta fuente de energía suponga, junto a la eólica, el 25% de la generación total de electricidad (IEA, 2024). Por zonas geográficas (figura 2), la mayor capacidad instalada de energía solar fotovoltaica corresponde a Asia (840 GW), seguido de Europa (286 GW), Norteamérica (154 GW), Sudamérica (49 GW) y Oceanía (35 GW), siendo China (609 GW), Estados Unidos (138 GW) y Japón (87 GW) los países con mayor capacidad instalada [4].

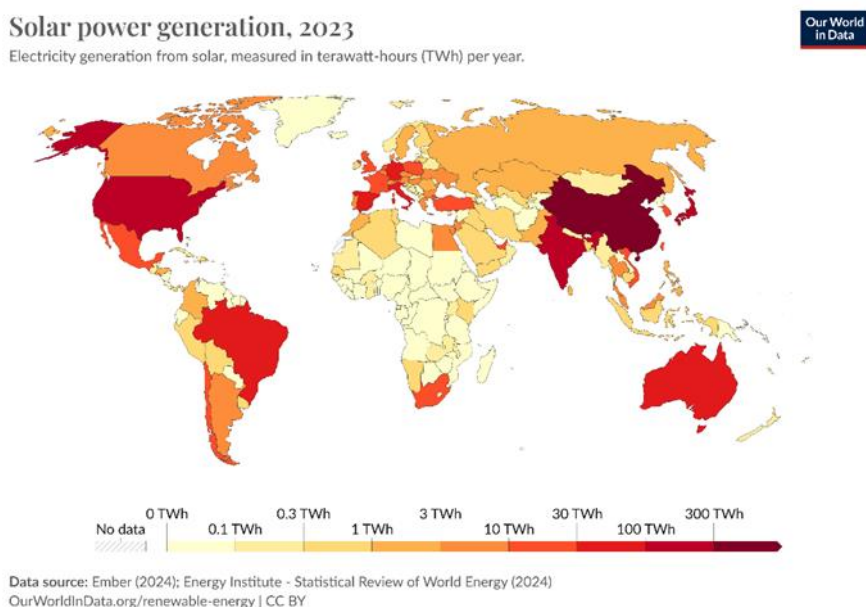


Figura 2: Producción de energía solar en el mundo [3]

2.2. Recurso solar en España

España se beneficia de una ventaja significativa en la generación de energía solar debido a su alta exposición solar en comparación no solo con otras regiones de Europa, como se ilustra en la figura 3, sino también con muchas áreas del mundo.

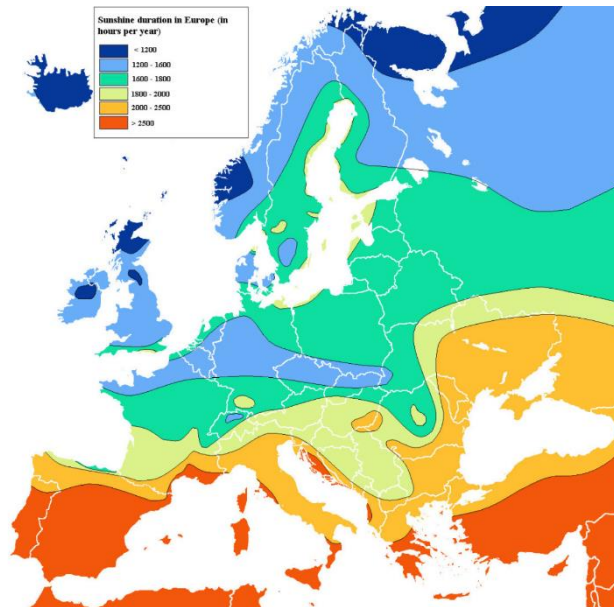


Figura 3: Horas de sol en Europa [7]

Nuestro país cuenta con un promedio de aproximadamente 2.500 a 3.000 horas de sol al año, debido a su clima mediterráneo y su ubicación geográfica. Regiones como Andalucía pueden alcanzar las 3.000 horas al año de sol [8].

No obstante, hay otros factores que también contribuyen a que España se sitúe en uno de los primeros puestos en lo que se refiere a potencial de generación de energía solar fotovoltaica. La temperatura juega un papel fundamental en el rendimiento de los módulos fotovoltaicos. Se pueden encontrar regiones más soleadas que la península ibérica en el planeta, como puede ser el Sáhara central, la península Arábiga, o el Suroeste de Estados Unidos (donde está situada Yuma, la ciudad más soleada del mundo) [7]. Pero todas ellas tienen algo en común: sus climas desérticos, que no favorecen el correcto funcionamiento de una instalación solar fotovoltaica, tanto por las temperaturas extremas como por la suciedad que provoca el polvo en los módulos.

Con todo ello, hay otros factores recientes que pueden hacer entender por qué España fue en 2023 el sexto país con mayor potencia instalada del mundo y el segundo en Europa, según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) [9]:

- Una favorable situación legislativa, tras la derogación del llamado “impuesto al sol” en 2018, que gravaba el uso de energía solar [10].
- Las ayudas y subvenciones disponibles, procedentes de los fondos europeos *Next Generation* o las bonificaciones estatales y municipales [11].
- Las subidas de precio de la luz, que han causado que más hogares se interesen por el autoconsumo en sus viviendas, para evitar la dependencia de las eléctricas y el coste desorbitado de la energía tradicional [12].

2.3. Tendencias

A escala internacional, cabe mencionar que, en 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible [13], con un plan integral para mejorar las condiciones de vida, el medio ambiente, la paz y la justicia. Dentro de los diecisiete objetivos propuestos (ODS), el número siete persigue asegurar que la energía sea asequible y limpia. En diciembre de ese mismo año se celebró la Conferencia de Naciones Unidas (COP21), donde se firmó el Acuerdo de París, tratado internacional sobre el cambio climático que es jurídicamente vinculante para los países firmantes. Su objetivo es limitar el incremento de la temperatura global a los dos grados Celsius respecto a niveles preindustriales (con un objetivo preferente de 1,5), con un horizonte temporal fijado para la segunda mitad del siglo XXI.

Por otro lado, es necesario mencionar que España se ha fijado como objetivo para 2030, que el 74 % de su energía eléctrica proceda de fuentes renovables, tal y como se indica en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 [14]. Este objetivo no solo refleja un compromiso firme con la aceleración de su transición hacia las energías limpias, sino que también actúa como un estímulo para la inversión continua, la innovación y el desarrollo de su infraestructura de energías renovables, poniendo especial énfasis en fortalecer aún más el papel de la energía solar para alcanzar esta meta.

Desde la ya mencionada derogación del “impuesto al sol”, el crecimiento de la energía solar en España ha sido prácticamente exponencial. Los datos oficiales de Red Eléctrica Española muestran que la potencia solar fotovoltaica se ha multiplicado en los últimos

cinco años; desde los 9.252 GWh a principios de 2019, hasta los 37.332 GWh a finales de 2023, representando ya el 20 %. Esto se traduce en que la energía solar fotovoltaica ha pasado de representar un 3,5 % del total de la energía producida en España en 2019 a un 14 % en la actualidad [15].

En el artículo “*The 2030 power sector transition in Spain*” [16] se explica el plan fijado por el Gobierno español para la transición energética en España hasta 2030, según las recomendaciones de la UE y dentro del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

2.4. Normativa y legislación

La normativa nacional y regional aplicable para la realización del proyecto es la siguiente:

Legislación Nacional:

- **Ley 24/2013, del Sector Eléctrico:** Establece el marco regulatorio general para el sector eléctrico en España, incluyendo la producción de energía a partir de fuentes renovables [17].
- **Real Decreto 1955/2000:** Regula la transmisión, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, lo cual incluye requisitos para instalaciones fotovoltaicas [18].
- **Real Decreto 413/2014:** Regulación de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Define las condiciones técnicas y económicas para estas instalaciones [19].
- **Real Decreto 900/2015:** Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo [20].
- **Real Decreto 244/2019:** Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Establece los marcos para las instalaciones de autoconsumo, incluyendo las modalidades y la compensación simplificada [21].

Normativa Autonómica

- **Decreto 21/2006 de la Comunidad de Madrid:** Establece las normas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en la Comunidad de Madrid, incluyendo requisitos específicos de instalación y mantenimiento [22].

Normas UNE

- **UNE-EN 62446:** Requisitos para la documentación, puesta en marcha, pruebas y monitorización de sistemas fotovoltaicos [23].
- **UNE 206007:** Establece las características mínimas de los módulos fotovoltaicos en cuanto a diseño y construcción [24].
- **UNE-EN 50530:** Norma sobre la eficiencia máxima de los inversores solares fotovoltaicos [25].
- **UNE-EN 61730:** Especificaciones de seguridad para módulos fotovoltaicos (partes 1 y 2) [26].
- **UNE-EN 60904:** Serie de normas para los métodos de medición de las características eléctricas de los módulos y células fotovoltaicas [27].

Otras normas

- **Código Técnico de la Edificación (CTE):** Establece los requisitos de eficiencia energética y el uso de energías renovables en los edificios, incluyendo la integración de sistemas fotovoltaicos en los mismos [28].
- **Instrucción Técnica Complementaria (ITC-BT-40) del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión:** Regula las instalaciones de autoconsumo en baja tensión [29].

De la normativa anterior cabe destacar el **Real Decreto 244/2019**, que establece los requisitos que debe cumplir una instalación para acogerse a compensación. Concretamente, el artículo 4 del capítulo 2 señala lo siguiente:

- a) Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenece a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un*

mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.*
- ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.*
- iii. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente real decreto.*
- iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.*
- v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.*

3. MARCO TEÓRICO

En los siguientes apartados se explican los fundamentos teóricos de una instalación fotovoltaica: las claves tecnológicas, el funcionamiento y rendimiento de los paneles y la función del inversor, de la batería y del cableado.

3.1. Tecnología solar fotovoltaica

La tecnología fotovoltaica aprovecha el efecto fotoeléctrico para transformar la energía solar en electricidad. Este proceso tiene lugar en las células solares, que se componen de capas de materiales semiconductores. Dentro de estos semiconductores, los electrones se encuentran en niveles de energía que pertenecen a la banda de valencia. Por encima de esta, a una distancia de 1-2 electronvoltios (eV), se sitúa la banda de conducción, que normalmente está desocupada y se denomina "banda prohibida". La energía de los fotones solares que inciden sobre los electrones de la banda de valencia los impulsa hacia la banda de conducción, dotándolos de alta energía. Estos electrones energizados servirán para realizar trabajos útiles antes de volver a su estado original en la banda de valencia. La estructura de un semiconductor se representa en la figura 4.

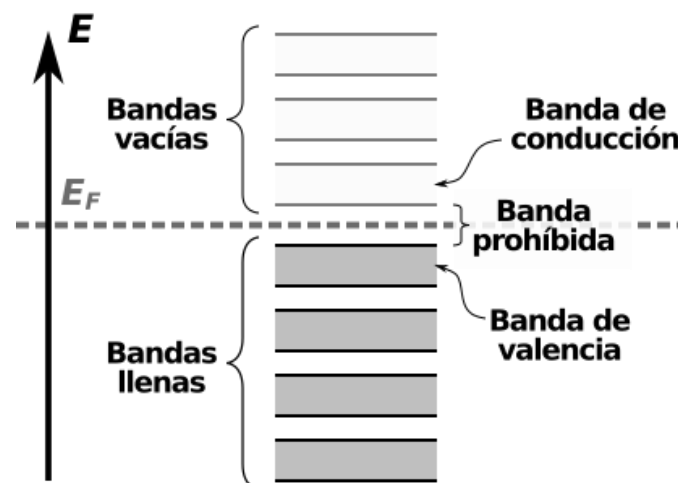


Figura 4: Estructura de bandas en un semiconductor [30]

Cuando los electrones ascienden a la banda de conducción, dejan atrás un "hueco" en la banda de valencia, que actúa de manera similar a una carga positiva dentro del material semiconductor. Para que la tecnología fotovoltaica sea efectiva y genere electricidad en un circuito externo, es crucial mantener en movimiento a los electrones liberados y evitar que los pares electrón-hueco se recombinen.

Para lograrlo, se introduce un campo eléctrico en el semiconductor que obliga a los electrones y a los huecos a desplazarse en direcciones contrarias, dirigiendo el flujo de electrones hacia un circuito externo para su utilización. En las células solares, se genera este campo eléctrico mediante la unión de dos láminas de semiconductor con niveles diferentes de dopaje: la capa superior está dopada con más electrones de lo normal (dopaje tipo N, negativo), y la capa inferior tiene menos electrones de lo común (dopaje tipo P, positivo). Al contactar estas dos capas dopadas de manera diferente, se forma un diodo. En la zona de unión, el exceso de electrones de la capa tipo N es atraído hacia los huecos en la capa tipo P, estableciendo así un campo eléctrico que va de la capa P hacia la capa N. Este campo eléctrico es vital para mantener separados a los electrones y los huecos, facilitando así la generación de electricidad cuando la luz solar incide en la célula [31].

Como se ha mencionado anteriormente, para la fabricación de módulos solares fotovoltaicos se utiliza silicio. Para lograr ambos tipos de dopajes en dicho material, se llevan a cabo los siguientes procesos [32]:

- **Dopaje N:** se sustituyen átomos de silicio por átomos de fósforo, que poseen cinco electrones de valencia, uno más que el silicio. Estos electrones son los que se promocionan a la banda superior cuando incide la energía sobre el módulo.
- **Dopaje P:** en este caso, se utilizan átomos de boro, con 3 electrones de valencia, uno menos que el silicio. Ello permite un exceso de huecos en su estructura, y da lugar a un salto de los electrones.

Al conectarse los terminales de la célula fotovoltaica con un conductor y cargar el circuito, la diferencia de potencial entre las capas N y P impulsa una corriente eléctrica continua desde el terminal N hacia el terminal P. Esta corriente, denominada fotocorriente, es generada por la exposición de la célula a la luz solar. Adicionalmente, la diferencia de potencial externa induce recombinaciones de portadores en la célula, produciendo una corriente opuesta, conocida como corriente de fuga. La corriente eléctrica resultante que se entrega a la carga es $I_u = I_L - I_D$. Dicho funcionamiento se muestra en la figura 5.

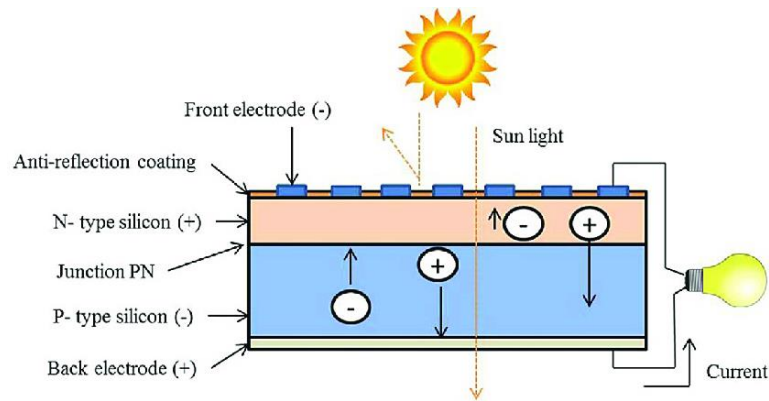


Figura 5: Funcionamiento célula fotovoltaica [33]

3.2. Panel fotovoltaico

Una vez explicado el principio de funcionamiento de un módulo fotovoltaico, pasaremos a analizar el componente más importante de una instalación de estas características: el panel. En un panel podemos encontrar diferentes partes [34]:

- **Células fotovoltaicas:** transforman los rayos del sol en energía eléctrica. Se encuentran protegidos por vidrio reforzado y distintas capas de materiales plásticos.
- **Cubierta frontal:** se trata de la parte más externa, que recibe las inclemencias del tiempo. Está compuesto de vidrio templado con bajo contenido en hierro, ya que transmite de una manera adecuada la radiación solar.
- **Capas encapsuladas:** protegen las células solares y permiten la transmisión de la radiación solar. Suele emplearse etil, vinil, acetileno o etileno vinil acetato.
- **Marco de apoyo:** comúnmente formado de aluminio, que posibilita que la estructura se agrupe en módulos.
- **Protección posterior:** protege de las inclemencias del tiempo en la parte posterior, y resguarda de la humedad. Se utiliza fluoruro de polivinilo o EVA de color blanco para favorecer el reflejo del sol.
- **Caja de conexiones eléctricas:** conjunto de cables que atraviesan el circuito eléctrico. Si se trata de una instalación de elevada potencia, algunos módulos deberán contar con una toma de tierra.

La figura 6 muestra la composición de un panel:

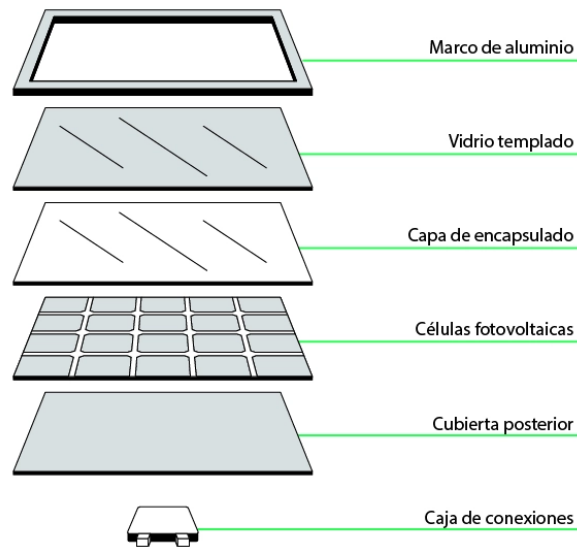


Figura 6: Elementos de un panel solar [35]

Además, se pueden diferenciar principalmente dos tipos de módulos fotovoltaicos [36]:

- **Silicio monocristalino:** Presentan un color azul oscuro, casi negro, con células de bordes redondeados formadas por cristales de silicio monocristalino orientados uniformemente. Cuando reciben luz solar directamente, aseguran una producción energética eficiente, con una tasa de eficiencia del 18-21%.
- **Silicio policristalino:** Caracterizados por su color azul con variaciones de tono, estos módulos están compuestos por cristales de silicio dispuestos de manera no uniforme. Aunque su eficiencia es algo menor (15-17%) bajo luz solar directa, ofrecen un rendimiento más constante a lo largo del día.

3.3. Rendimiento del Panel

A continuación, se explica el funcionamiento de un panel y los factores que inciden en su eficiencia.

3.3.1. Curva Característica Intensidad-Voltaje

Cada panel solar fotovoltaico posee dos curvas características esenciales, denominadas curvas de intensidad-voltaje (I-V) y curva de potencia-voltaje (P-V).

Estas curvas permiten analizar el desempeño del panel y sus niveles de voltaje y corriente bajo condiciones ambientales específicas, típicamente bajo condiciones de prueba estándar (STC).

En la figura 7 se muestran ambas curvas: la I-V se representa con una línea discontinua verde, y la P-V con una línea discontinua azul. Es importante notar que en la curva I-V, el valor de tensión en circuito abierto (U_{oc}) aparece en el eje "x" de la gráfica cuando la corriente es cero, ya que no fluye corriente en un circuito abierto.

En el eje "y" izquierdo se muestra el valor de la intensidad de cortocircuito (I_{sc}), observado cuando el panel está en cortocircuito y el voltaje es cero.

Un aspecto crucial en la curva I-V es el punto de máxima potencia del panel (P_{mp}), que se identifica en los valores óptimos de voltaje y corriente (U_{mp} e I_{mp} , respectivamente) donde se genera la máxima potencia [37].

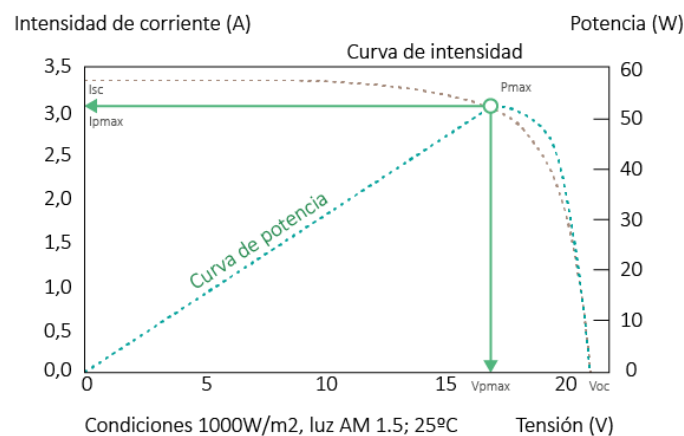


Figura 7: Curva característica de un panel [37]

3.3.2. Influencia de la temperatura

Como se ha mencionado en el apartado introductorio, España no cuenta sólo con una ventaja en cuanto a la cantidad de horas de sol anuales, sino que además mantiene una temperatura promedio muy favorable para el rendimiento de los paneles solares fotovoltaicos.

Las células fotovoltaicas en los paneles transforman la luz solar en electricidad. Durante este proceso, los paneles solares también producen calor como efecto secundario. Este

incremento en la temperatura, sumado a la temperatura ambiental durante ciertas temporadas, puede impactar negativamente en la generación eléctrica de los paneles, disminuyendo su eficiencia general.

Como se explica a continuación, hay dos factores clave que afectan a la eficiencia de un panel solar:

1) Efecto de la temperatura en la eficiencia

Con el incremento de la temperatura en los paneles solares, su eficiencia tiende a disminuir. Este fenómeno ocurre debido a la relación inversa que existe entre la temperatura y la tensión eléctrica: las células fotovoltaicas operan de manera más eficiente en condiciones de baja temperatura, por lo que el aumento del calor impacta negativamente en su capacidad para generar electricidad.

En las fichas técnicas proporcionadas por los fabricantes de paneles, este efecto está claramente documentado, incluyendo gráficos y valores específicos como se muestran en la figura 8:

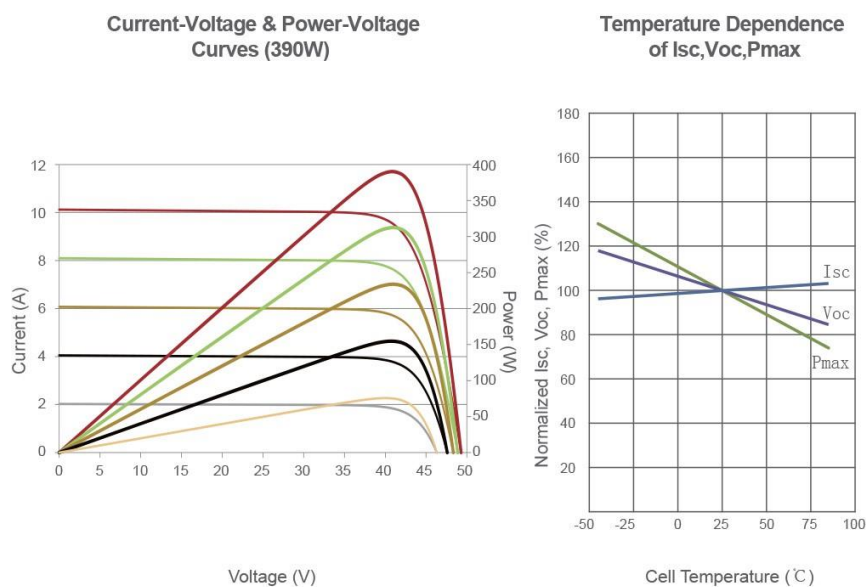


Figura 8: Eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos [38]

Los datos de eficacia de los paneles solares se especifican tomando como referencia una temperatura ambiente de 25 °C. En las fichas técnicas de estos productos, es común encontrar coeficientes que indican cómo varían parámetros como la potencia máxima, voltaje e intensidad en relación con cambios en la temperatura.

Generalmente, la pérdida de potencia en función de la temperatura se mantiene en un rango de 0,30 - 0,40 %/ °C, lo que significa que por cada grado adicional sobre los 25 °C, la potencia máxima disminuye entre un 0,35 y un 0,40 % [38].

Podemos calcular la pérdida de potencia por temperatura para un panel con un coeficiente de pérdida de potencia de 0,35 %/ °C mediante la siguiente expresión:

$$\Delta Potencia (W) = Potencia\ panel \times \frac{-0,35\ \% \frac{\%}{^{\circ}C}}{100} \times (T_{módulo} - 25\ ^{\circ}C)$$

Donde:

- Potencia panel: potencia, expresada en vatios
- $T_{módulo}$: temperatura del módulo, expresada en grados Celsius, que podemos hallar también con la fórmula:

$$T_{módulo} (^{\circ}C) = T_{ambiente} (^{\circ}C) + G \left(\frac{kW}{m^2} \right) \times \frac{NOTC - 20\ ^{\circ}C}{0,8 \frac{kW}{m^2}}$$

Donde:

- G: irradiancia, expresada en kilovatios entre metros elevado al cuadrado
- NOTC: temperatura de operación de la célula, expresada en grados Celsius

Ambos valores aparecen en la ficha técnica del panel fotovoltaico.

2) Pérdidas por resistencia

A medida que los paneles solares se calientan, la resistencia eléctrica de los cables conductores aumenta, lo que resulta en una reducción del voltaje eléctrico. Esto conduce a una pérdida adicional de energía y disminuye la cantidad de electricidad producida.

Otro factor importante es el efecto de la bruma y la calima durante las temporadas más cálidas del año. Estos eventos meteorológicos, característicos de dichas épocas, disminuyen de manera significativa y temporal el rendimiento de los paneles al bloquear la adecuada recepción de la radiación solar. Además, tienden a dejar una capa de polvo o

residuos en los paneles que, hasta que no se limpian, también reducen la producción de electricidad.

3.4. Inversor

Un inversor solar es un componente esencial de cualquier sistema de energía solar. Su función es convertir la energía capturada por los paneles en energía utilizable para el consumo. Esto es necesario debido a que la energía producida por los paneles fotovoltaicos es corriente continua, y la que requerimos para su aprovechamiento es de corriente alterna. En la figura 9 se representa gráficamente ambas corrientes:

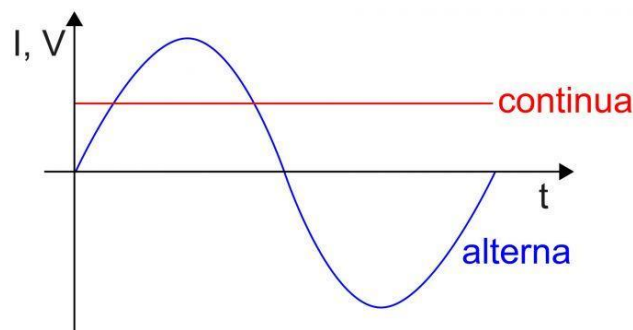


Figura 9: Representación corriente continua y alterna [39]

Existen diversos tipos de inversores, cada uno adaptado a diferentes tipos de instalaciones, pero todos comparten la función primordial de transformación de energía. Por lo general, se colocan a cierta distancia de los paneles solares para minimizar las pérdidas de energía.

Los inversores pueden servir también para otras funciones secundarias, entre ellas cabe citar las siguientes [40]:

- **Optimizar la instalación.** Permiten extraer un mayor rendimiento y obtener un mejor control del consumo de la instalación para evitar el malgaste de la energía.
- **Protección.** Protegen la instalación de posibles fallos eléctricos, como cortocircuitos o caídas de la red.
- **Cargador de baterías y vertido a la red.** En caso de haber baterías, se encarga de su llenado y vierte el excedente a la red.
- **Monitorización.** Permite controlar la instalación: energía producida, energía vertida y estado de las baterías.

3.5. Baterías

Las baterías son un elemento clave en los sistemas de autoconsumo, aunque no imprescindible, que permiten utilizar la energía solar incluso después de su generación.

Estos dispositivos se cargan durante las horas pico de producción solar y suministran energía durante las horas sin sol, o cuando sea más beneficioso consumir su energía en detrimento de la red eléctrica.

Podemos encontrar varios tipos en función de la tecnología que utilicen, como pueden ser: baterías de plomo ácido abierto, de gel, AGM, estacionarias, y de litio.

En este caso, no se profundizará demasiado en esta materia, ya que el proyecto que trata este documento no precisará de estos dispositivos por motivos que se tratarán más adelante.

3.6. Cableado

El cableado en un sistema solar fotovoltaico cumple una función crucial al conectar y transmitir la energía producida por los paneles solares hacia otros componentes del sistema, incluyendo inversores, baterías y dispositivos eléctricos. Es fundamental contar con un cableado adecuado para asegurar tanto la eficiencia como la seguridad del sistema [41].

El cable está formado por varios componentes esenciales:

- **El conductor.** Es el núcleo generalmente hecho de metal o una aleación metálica, compuesto por una o más hebras entrelazadas o hilos eléctricos que conducen la corriente eléctrica. En este caso, la normativa española obliga el uso del cobre como material conductor, reservando al aluminio para instalaciones industriales con mayores cargas.
- **El aislamiento.** Una envoltura de material con alta rigidez dieléctrica, rodea al conductor y lo separa del entorno. Se divide a su vez en dos grandes familias: aislantes termoplásticos, y aislantes termoestables.
- **La cubierta protectora.** Envuelve al conjunto, proporcionando protección mecánica contra daños físicos y químicos.

Para la elección del cableado con las características adecuadas, es importante considerar que una parte de la instalación será en corriente continua, y otra en alterna. Esta elección viene en su mayoría marcada por la normativa que se definirá a continuación.

4. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE MINAS Y ENERGÍA

La ETSIME es un centro docente que pertenece a la Universidad Politécnica de Madrid, en el que se imparten estudios de grado y postgrado. Construida en 1893 en la ubicación en la que se encuentra actualmente, en la calle en Río Rosas, ha formado desde entonces al alumnado en el ámbito de la Ingeniería en Tecnología Minera. Con el paso de los años, ha ampliado su oferta de titulaciones de grado, incluyendo Ingeniero de la Energía, Ingeniero Geólogo, o Ingeniero en recursos energéticos, combustibles y explosivos.

4.1. Ubicación y distribución

La ETSIME está ubicada en la Calle de Ríos Rosas 21, en el distrito madrileño de Chamberí. Se compone principalmente de tres edificios, y la Fundación Gómez Pardo. Los edificios se distribuyen de la siguiente forma (figura 10):

- **Edificio M1.** Es el edificio histórico. Cuenta con varias plantas, en las que se pueden encontrar: secretaría, dirección, delegación de alumnos y la biblioteca.
- **Edificio M2.** Contiguo al edificio M1, donde se encuentran principalmente el salón de actos y las aulas.
- **Edificio M3.** Para acceder a él se debe atravesar la Calle de Cristóbal Bordiú. Consta de ocho plantas, y se puede encontrar en ellas aulas de informática y los despachos de los departamentos.

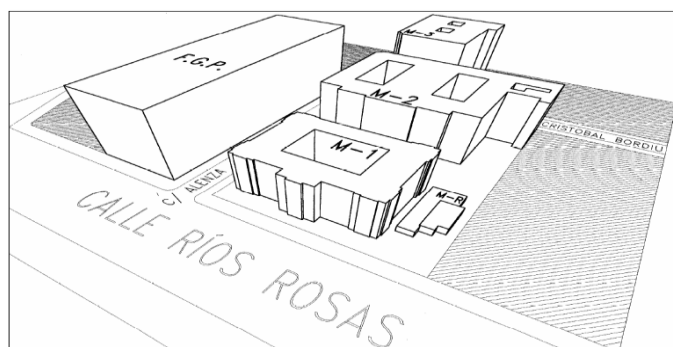


Figura 10: Distribución de la ETSIME [42]

Se ha elegido el edificio M2 para albergar la instalación por el tipo de cubierta que tiene, de superficie plana y con pocos obstáculos que puedan generar sombras. En contraposición, la cubierta del edificio M1 presenta desniveles pronunciados, mientras

que la cubierta del M3 posee una gran cantidad de obstáculos que perjudicarán tanto a la hora de la instalación como del correcto funcionamiento de la planta. Las cubiertas se muestran en las imágenes de la figura 11.

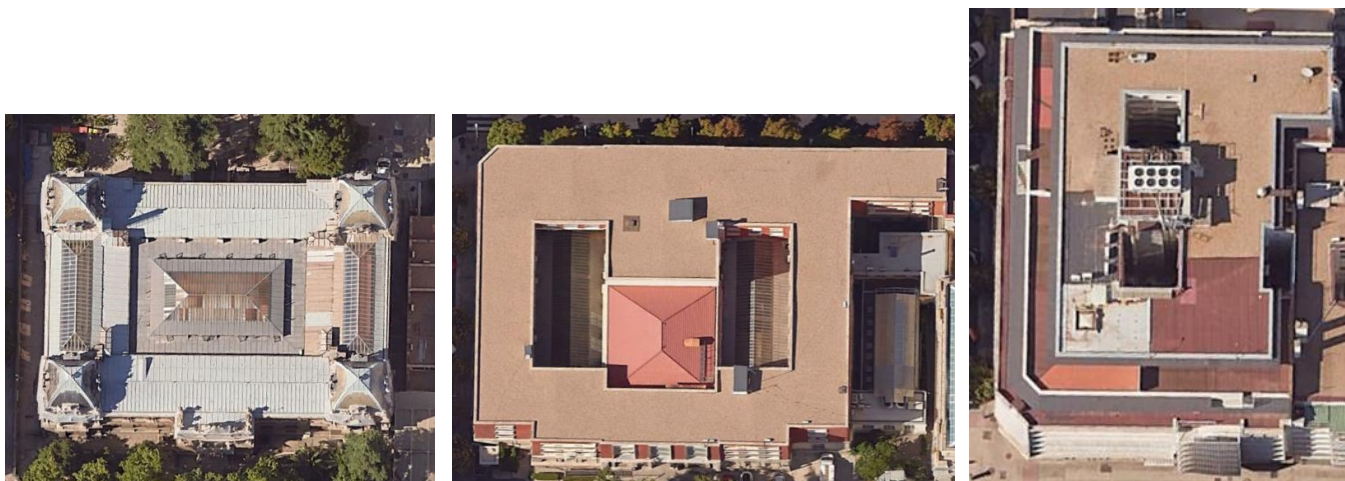


Figura 11: Edificios M1, M2 y M3

4.2. Consumos

Pese a tratarse de varios edificios independientes, todos comparten un mismo punto de suministro, por lo que los consumos son comunes. Dichos consumos han sido facilitados por la Subdirección de Asuntos Económicos e Infraestructuras, bajo la aprobación de la Dirección de la Escuela (Anexo A).

El total de las 12 facturas mensuales facilitadas abarcan un periodo desde mayo de 2023 a abril de 2024. En dichas facturas se refleja el consumo mensual por periodo. En España, los periodos de electricidad son franjas horarias definidas durante las cuales el costo de la energía eléctrica puede variar. Estos periodos están diseñados para fomentar un uso más eficiente de la electricidad y se dividen principalmente en tres categorías: punta, llano y valle.

En la tabla 1 se puede ver la distribución horaria de los periodos a lo largo de los meses de la tarifa 6.1 TD, la contratada por la ETSIME:

Horario tarifa 6.1 TD POTENCIA										Horario tarifa 6.1 TD ENERGIA														
	0,1	1,2	2,3	3,4	4,5	5,6	6,7	7,8	8,9	9,10	10,11	11,12	12,13	13,14	14,15	15,16	16,17	17,18	18,19	19,20	20,21	21,22	22,23	23,24
Enero	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Febrero	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Marzo	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3
Abril	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Mayo	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Junio	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Julio	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Agosto	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Septiembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P4	P4
Octubre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P5	P4	P4	P4	P4	P5	P5
Noviembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P3	P3	
Diciembre	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
Sab. Dom y Festivos Nacionales + (5-ene)	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6

**CALENDARIO ENERGÉTICO PENINSULAR
TARIFA DE 6 PERIODOS (3.0TD, 6.XTD)**

Tabla 1: Periodos en la tarifa 6.1 TD

Al no poder acceder a la curva de consumo horaria de la escuela, necesaria para realizar el dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica, se tratará de hacer una estimación con los datos de consumo por periodos.

Para ello, de forma individual y teniendo en cuenta el calendario de festividades del mes correspondiente, se ha distribuido de forma equitativa el consumo de energía por cada hora en todos los periodos, de forma que el resultado final de los consumos coincida con el reflejado en la factura mensual.

Resulta evidente que esta estimación no es del todo exacta, ya que existen horarios de un mismo periodo que pueden no tener un mismo consumo (como es el caso de la franja horaria de las 8:00 a 9:00 y de 17:00 a 18:00, ya que durante un periodo se imparte docencia en la escuela y otro no), pero se considera que la desviación no supondrá una gran alteración en los resultados y conclusiones finales.

Tras los cálculos pertinentes, se muestran los resultados obtenidos en la tabla 2 y figura 12:

CONSUMO TOTAL POR PERIODOS [kWh]							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	TOTAL
Enero	25.265	15.893	-	-	-	16.778	57.935
Febrero	25.524	16.212	-	-	-	14.854	56.590
Marzo	-	24.012	15.472	-	-	13.799	53.283
Abril	-	-	-	19.152	12.140	15.082	46.374
Mayo	-	-	-	17.305	11.479	13.160	41.945
Junio	-	-	20.612	14.060	-	14.757	49.429
Julio	25.364	16.611	-	-	-	18.809	60.784
Agosto	-	-	13.973	11.012	-	13.498	38.483
Septiembre	-	-	18.503	13.465	-	15.936	47.904
Octubre	-	-	-	21.008	14.260	16.386	51.654
Noviembre	-	26.374	16.986	-	-	15.971	59.331
Diciembre	23.058	15.023	-	-	-	19.502	57.584
TOTAL [kWh]	99.211	114.125	85.546	96.003	37.880	188.533	621.296

Tabla 2: Consumo por periodos de la ETSIME en kWh

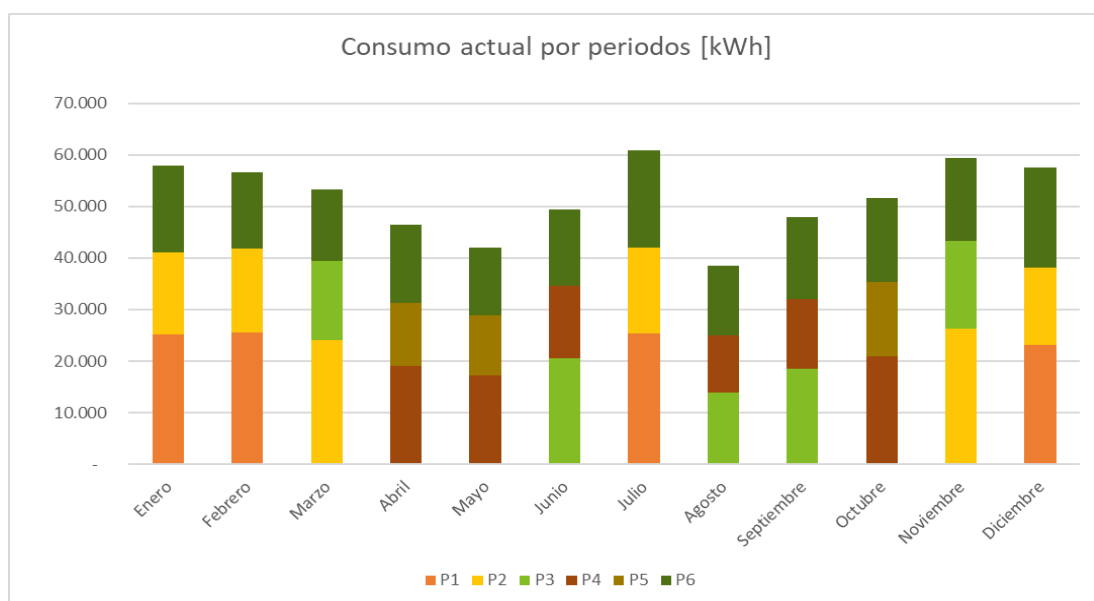


Figura 12: Consumo por periodos de la ETSIME

Como se observa, el consumo de energía sigue los patrones lógicos, en los que los meses de mayor consumo coinciden con temporadas de las temperaturas más extremas. Aunque en este caso concreto se aprecia una excepción en el mes de agosto, ya que la ETSIME permanece cerrada durante la mayor parte del mes, limitando su actividad a los servicios esenciales.

4.3. Radiación solar

La base de datos que se usará para la simulación de la radiación solar será PVGIS, en su versión 5.2. PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). Esta herramienta, desarrollada por el Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea, permite estimar el rendimiento de sistemas fotovoltaicos (PV) en distintas ubicaciones geográficas.

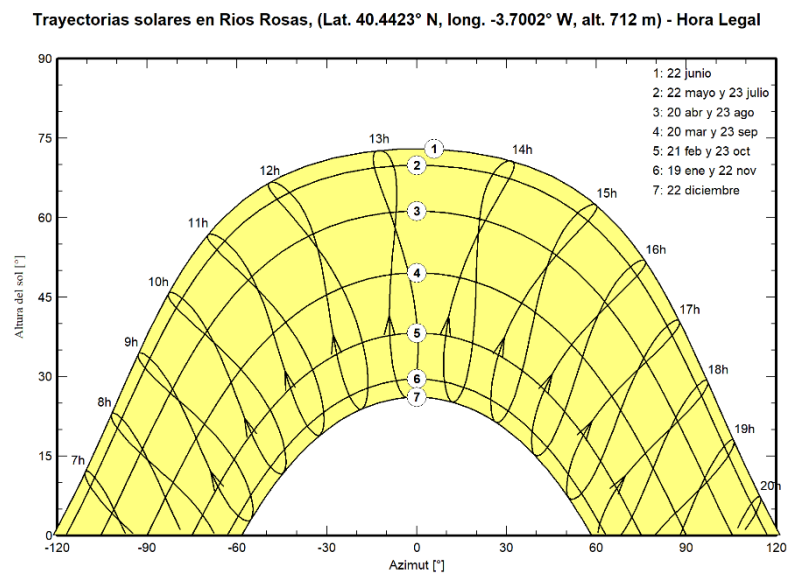


Figura 13: Trayectorias solares en la ETSIME

La figura 13 muestra las trayectorias solares en la ETSIME a lo largo del año, de acuerdo con el programa PVSyst, indicando el azimut y la altura solar en grados para diferentes horas del día. Se observa que durante los meses de junio y julio (curvas 1 y 2) el sol alcanza su máxima altura, mientras que en diciembre (curva 7) presenta la altura más baja. Esta información es crucial para optimizar la orientación y el ángulo de inclinación de los paneles en una instalación fotovoltaica, asegurando la máxima captación de radiación solar durante todo el año.

	Irradiación global horizontal	Irradiación difusa horizontal	Temperatura	Velocidad del viento	Humedad relativa
	W/m ²	W/m ²	°C	m/s	%
Enero	92,7	34,6	5,0	2,2	79,4
Febrero	115,4	49,6	4,9	2,5	76,3
Marzo	189,4	62,7	9,0	2,5	57,2
Abril	212,0	95,3	11,3	1,8	68,2
Mayo	287,3	83,8	18,8	2,1	54,1
Junio	297,9	100,5	19,9	2,0	51,0
Julio	345,0	71,4	25,5	2,2	28,1
Agosto	289,8	70,3	23,1	2,5	39,3
Septiembre	226,1	69,5	19,4	2,0	46,2
Octubre	150,4	52,7	13,8	1,6	67,9
Noviembre	97,7	43,0	9,0	2,2	80,8
Diciembre	87,5	31,0	5,0	2,0	76,2
Año	199,8	63,7	13,7	2,1	60,4

Tabla 3: Simulación meteorológica anual ETSIME

La tabla 3 detalla datos meteorológicos mensuales claves para Madrid, esenciales para la planificación de sistemas fotovoltaicos. Se observa que la irradiación global horizontal alcanza su máximo en julio, lo que indica que este es el mes para la generación solar. La temperatura también alcanza su pico en julio, mientras que la humedad relativa es más baja durante este mes, factores que pueden afectar el rendimiento del sistema. La velocidad del viento es bastante constante a lo largo del año. Estos datos son cruciales para dimensionar correctamente los sistemas fotovoltaicos y para realizar ajustes operativos que optimicen su rendimiento durante las distintas estaciones.

5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Con el fin de determinar el modelo de instalación idóneo para la Escuela y que se ajuste a las exigencias de la Dirección, se propondrán diferentes variantes de instalación, tanto en tamaño como en su modelo de financiación.

Se contemplarán dos dimensiones diferentes en cuanto a la potencia pico de la instalación: 160 kWp y 99 kWp (kilovatio pico). La primera responde a lo que se consideraría el tamaño óptimo en relación con el consumo del cliente, y la segunda corresponde a una potencia por debajo del límite superior de potencia válida para optar a la compensación de excedentes, de acuerdo con lo señalado en el Real Decreto 244/2019.

Antes de analizar las dos propuestas mencionadas, es necesario explicar el concepto de "compensación simplificada". Con este término se hace referencia al método utilizado para calcular y ajustar los pagos entre las partes basándose en la producción y consumo de energía. Este tipo de compensación es común en acuerdos de compra de energía (PPA, por sus siglas en inglés) y en modelos de facturación de tarifa neta.

En esencia, la compensación simplificada permite que los consumidores que generan su propia energía puedan "vender" el exceso de energía generada de vuelta a la red eléctrica. Aquí hay algunas características clave:

1. **Medición neta:** la energía que produce el consumidor, pero no usa inmediatamente se envía de vuelta a la red. El medidor de energía puede correr hacia atrás, lo que permite una compensación directa entre la energía consumida del grid y la energía enviada a la red.
2. **Créditos de energía:** si un consumidor produce más energía de la que consume, el exceso se convierte en créditos que pueden usarse para disminuir las facturas de energía en meses donde el consumo supere la producción.
3. **Tarifas simplificadas:** en algunos lugares, las tarifas aplicadas a la energía consumida y producida son iguales, simplificando la compensación. Sin embargo, esto puede variar dependiendo de la regulación local, donde a veces la energía vendida a la red puede tener una tarifa diferente a la energía comprada.

4. **Ajustes periódicos:** generalmente, hay un ajuste anual para tratar cualquier desbalance entre la energía consumida y la energía generada y enviada a la red.

Este tipo de esquema es beneficioso tanto para los consumidores como para los proveedores de energía, pues fomenta la generación de energía renovable y puede ayudar a estabilizar la demanda en la red eléctrica. Además, facilita la gestión de los costes para el consumidor, proporcionando una manera más predecible de manejar sus gastos de energía.

La instalación se configurará en un sistema trifásico por diferentes motivos. Primero, dado que el punto de acceso cercano a la red eléctrica situado en Nuevos Ministerios, opera a 15 kV, la configuración trifásica es esencial para garantizar la compatibilidad y eficiencia en el vertido de excedentes de energía. Además, el tamaño significativo de la instalación necesita de una gestión eficiente de la alta capacidad de generación de energía, algo que los sistemas trifásicos manejan mejor al distribuir la carga entre tres fases, reduciendo el riesgo de sobrecargas y asegurando la estabilidad del sistema. Finalmente, el alto consumo energético de la facultad, que incluye múltiples edificios, laboratorios y sistemas de climatización, demanda un suministro eléctrico equilibrado y continuo que solo un sistema trifásico puede proporcionar adecuadamente. Esta configuración garantiza la eficiencia, estabilidad y sostenibilidad de la instalación a largo plazo.

5.1. Instalación de 99 kWp

La primera propuesta estará formada por 180 módulos de 550 W, para dar una potencia pico de 99 kW. Esta dimensión ha sido escogida de forma arbitraria para así poder acogerse a la compensación simplificada. Esto permitirá obtener un 100% del aprovechamiento de la energía generada por los módulos fotovoltaicos.

La figura 14 muestra la distribución de los paneles en la instalación de 99 kWp.



Figura 14: Instalación 99 kWp

Panel solar

Para este proyecto se utilizarán módulos fotovoltaicos JA Solar 550 W (JAM72S30-550/MR) colocados en disposición horizontal sobre la cubierta. Su alta eficiencia y potencia de salida aseguran una mayor producción de energía incluso en espacios limitados, optimizando el uso del área disponible.

De acuerdo con la revista especializada PV Magazine, JA Solar se encuentra entre las ocho mejores marcas en su comparativa realizada en el año 2023 [43], y es considerada la mejor en 2024 para los analistas de Wood Mackenzie [44]. Además, JA Solar forma parte de la categoría Tier 1. Esta clasificación indica que JA Solar es un fabricante líder, reconocido por su capacidad de producción a gran escala, estabilidad financiera y compromiso con la innovación tecnológica.

La elección de un panel Tier 1 asegura no solo alta eficiencia y rendimiento superior bajo diversas condiciones climáticas, sino también fiabilidad a largo plazo y soporte postventa robusto. Estas características son esenciales para maximizar la producción de energía y garantizar la viabilidad económica del proyecto.

En la tabla 4 se muestran las principales características del panel, extraídas de su ficha técnica (Anexo C):

Potencia máxima (Pmax)	550 W
Tolerancia de potencia	0~+5 W
Voltaje en circuito abierto (Voc)	49.9 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	14 A
Voltaje en máxima potencia (Vmp)	41.96 V
Corriente en máxima potencia (Imp)	13.11 A
Dimensiones	2278 x 1134 mm
Peso	27,8 kg
Eficiencia del módulo	21.3 %
Degradación anual	0.55 %

Tabla 4: Características principales del panel JA Solar 550 W

Orientación Azimuth

La orientación Azimuth de los paneles solares se refiere al ángulo de la dirección hacia la cual están orientados los paneles en relación con el sur geográfico en el plano horizontal. Este ángulo se mide en grados y determina hacia dónde deben apuntar los paneles para captar la máxima cantidad de radiación solar durante el día. En el caso de la Península Ibérica, la orientación óptima es de 0° sur.

En este caso, los módulos se han colocado siguiendo la orientación propia de la cubierta, por lo que se orientan 3° al oeste. Esta desviación es prácticamente inapreciable en la producción solar.

Ángulo de inclinación

El ángulo de inclinación o ángulo de montaje es el formado entre el panel solar y el plano horizontal. Este ángulo es crucial para optimizar la cantidad de radiación solar que los paneles pueden capturar y convertir en electricidad. La inclinación adecuada permite que los paneles reciban la máxima exposición solar directa a lo largo del año.

El ángulo de inclinación óptimo viene determinado por la latitud geográfica de la instalación, y por la estación en la cual se desea maximizar la producción. Esto se debe a las diferentes trayectorias del sol a lo largo del año, cambiando su ángulo de incidencia sobre la Tierra.

En consecuencia, la inclinación óptima de los paneles solares generalmente corresponde a la latitud del lugar de instalación, en este caso 40,44 grados. Para optimizar la producción de energía durante las estaciones específicas, se puede aumentar esta inclinación en aproximadamente 15° para aumentar la eficiencia en invierno o disminuirla para mejorar la producción en verano.

Pese a ello, una inclinación excesiva causa mayores distancias de sombreado por lo que, en una instalación en cubierta, donde el espacio físico es limitado, se debe encontrar el máximo ángulo posible que permita la instalación de la potencia deseada sin provocar sombreados. Por este motivo, la inclinación óptima de la instalación de 99 kWp se determina que son 30 ° de inclinación respecto al plano horizontal.

Distancia entre paneles

Para el cálculo del sombreado que proyecta un panel, se debe tener en cuenta su altura vertical h :

$$h (m) = h_{inclinada} \times \sin (\text{ángulo inclinación})$$

Donde:

- $h_{inclinada}$: si el panel está instalado verticalmente, esta medida corresponde a la longitud del panel. Si está instalado horizontalmente, se refiere al ancho del panel. Expresado en metros
- Ángulo inclinación: inclinación respecto al eje horizontal sobre el que se coloca el panel, expresado en grados sexagesimales

Conocida la altura real del objeto, se podrá calcular la distancia “d” necesaria para que abarcará el sombreado durante el solsticio de invierno. La figura 15 representa las distancias a considerar en el cálculo del sombreado:

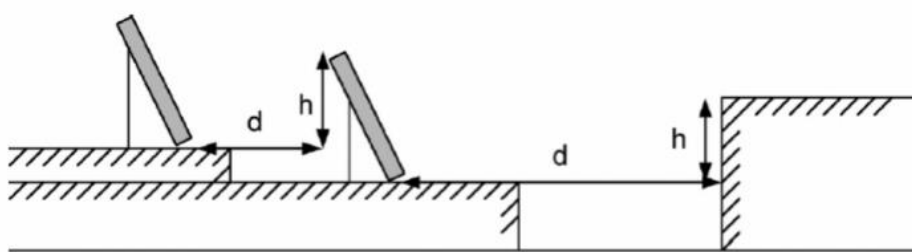


Figura 15: Distancia mínima entre paneles

$$d (m) = \frac{h}{\tan (61 - \text{latitud})}$$

Donde:

- h: Altura vertical calculada anteriormente, expresado en metros
- latitud: Latitud geográfica de la instalación, expresado en grados sexagesimales

Este procedimiento es, a su vez, válido para hallar el sombreado de cualquier obstáculo de la instalación fotovoltaica, como pueden ser árboles, cornisas, o chimeneas.

Al colocarse horizontalmente los paneles, la dimensión a considerar para el sombreado de los paneles es el ancho, de 1,134 metros. Con ello, y una inclinación de los módulos de 30 °, se obtiene que la distancia mínima que se debe respetar para evitar sombreados es de 1,512 metros.

Inversor

Conocida la potencia pico de la instalación marcada por la cantidad de paneles, se debe hallar un dimensionamiento adecuado de la potencia nominal de los inversores.

La relación óptima entre la potencia pico y la potencia nominal del inversor depende de varios factores, entre los que cabe mencionar el clima, la orientación de los paneles y la incidencia de sombras. En la práctica, se debe tener en cuenta:

1. **Sobredimensionar ligeramente los paneles solares:** La potencia pico total de los paneles solares será mayor que la potencia nominal del inversor. Sobredimensionar permite compensar las pérdidas inherentes del sistema y la variabilidad en la irradiación solar debido a condiciones meteorológicas o la acumulación de suciedad en los paneles. En cuanto al ratio de sobredimensionamiento, en climas más fríos o en ubicaciones donde la irradiación solar es menos intensa, es habitual una ratio de hasta 1,2 o 1,3 (120% a 130% de la capacidad del inversor). En climas más cálidos y soleados, una ratio más cercana a 1,0 o 1,1 puede ser adecuado, dado que la generación de energía es consistentemente alta.
2. **Consideraciones de la Red Eléctrica y Normativas:** Algunas regulaciones locales o limitaciones técnicas de la red también pueden influir en cómo se dimensiona esta relación para asegurar la compatibilidad y seguridad del sistema.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el inversor elegido es el modelo SUN2000-100KTL-M2 de Huawei. Un inversor con menos potencia nominal también sería válida, como el modelo SUN2000-90KTL-H2 de 90 kW, pero se descarta esta opción debido a que es un modelo más difícil de encontrar en el mercado.

La marca china es la referencia en este sector, con la tecnología más avanzada; alta fiabilidad, robustez y durabilidad; un excelente soporte técnico y una gran eficiencia energética. De acuerdo con la empresa de análisis global de energía Wood Mackenzie en su análisis de mercado de 2023 [45], Huawei superó el 25 % de la cuota de mercado de inversores en dicho año, y junto con el fabricante Sungrow suponen más de la mitad de la venta de inversores a nivel global.

En la tabla 5 se muestran las principales características de este modelo, extraídas de la ficha técnica (Anexo C):

Eficiencia máxima	98,6%
Eficiencia europea	98,4%
Número de Rastreadores MPP	10
Potencia AC Activa Nominal	100.000 W
Potencia AC Aparente Máxima	110.000 VA
Métodos de comunicación	LED, WLAN + APP
Rango de temperatura operativa	-25 °C a 60 °C
Dimensiones (W x H x D)	1.035 x 700 x 365 mm
Peso	93 kg

Tabla 5: Características principales Huawei SUN2000-100KTL-M2

Simulación

Para realizar la simulación, se utilizará el programa PVsyst, un software avanzado de simulación para el análisis y la optimización de plantas de energía solar fotovoltaica. Este programa, ampliamente utilizado por ingenieros y analistas del sector solar, proporciona herramientas detalladas para el modelado de la irradiación, la eficiencia de los componentes y el rendimiento esperado de los sistemas fotovoltaicos. Para la simulación se utilizarán los datos meteorológicos de la base de datos PVGIS, como ya se mencionó anteriormente.

Con el objetivo de lograr un escenario que se asemeje a la realidad, se han incluido las siguientes pérdidas:

- **Pérdidas por suciedad:** en un entorno como el de la ETSIME, las pérdidas por suciedad no deberían suponer un gran inconveniente, como sí lo serían en una instalación ubicada en un entorno agrícola, por lo que el valor introducido será 1,5 %. En todo caso, es necesaria una limpieza anual de la instalación, que será incluida en el presupuesto anual de mantenimiento.
- **Factor de pérdida térmica:** se refiere a la reducción en la eficiencia de los módulos fotovoltaicos debido al aumento de temperatura. Los paneles solares, cuando están expuestos a la luz solar directa, se calientan, y este aumento de temperatura puede afectar negativamente su capacidad para generar electricidad.

En una instalación de estas características, un valor realista se sitúa en aproximadamente un $20 \frac{W}{m^2K}$.

- **Pérdida por desajuste de módulo:** hace referencia a la reducción en la eficiencia de producción de energía solar en un sistema fotovoltaico debido a las diferencias en las características eléctricas de los módulos individuales dentro de una misma matriz o sistema. Estas diferencias pueden ser resultado de variaciones en la fabricación, degradación desigual, sombreado parcial, orientación o incluso de las condiciones de ensuciamiento que afectan a los módulos de forma no uniforme. El valor otorgado a estas pérdidas es de un 2 %.
- **Pérdidas LID (Light Induced Degradation):** se refieren a la reducción en la eficiencia de los módulos fotovoltaicos que ocurre cuando son expuestos a la luz solar por primera vez. Este fenómeno afecta principalmente a los módulos hechos de silicio cristalino, especialmente los de silicio monocristalino. Esta pérdida también se establece en un 2 %.
- **Pérdidas por corriente continua:** son las reducciones en la eficiencia de un sistema fotovoltaico que ocurren en el lado de corriente continua del sistema antes de que la electricidad sea convertida a corriente alterna por el inversor. Estas pérdidas pueden deberse a varios factores relacionados con los componentes del sistema fotovoltaico y las conexiones entre ellos. En este caso, el valor introducido es 1,5 %.
- **Pérdidas por indisponibilidad:** contemplan la reducción en la producción de energía de un sistema fotovoltaico debido a periodos en los que el sistema o parte de él no está operativo. Puede ser por mantenimientos, averías, o condiciones ambientales adversas. Se establece un 1,6 %, que equivalen a 5,8 días al año.

El valor asignado a las pérdidas considera un escenario pesimista, de modo que estos valores correspondan al peor caso posible y puedan abarcar pérdidas no previstas. Para más profundidad en las pérdidas de los módulos fotovoltaicos, específicamente las pérdidas por suciedad, se puede consultar el informe “*Solar Photovoltaic Energy as a Promising Enhanced Share of Clean Energy Sources in the Future*” [46].

Tras considerar las pérdidas, los resultados de la simulación realizada con el programa PVsyst se muestran en la tabla 6 (extraído del informe completo en el Anexo B). En dicha tabla se resumen los resultados mensuales y anuales de la simulación en términos de irradiación, temperatura y energía generada. El valor de la energía que se destinará para cubrir el consumo de la escuela se refleja en la columna E_Grid, medida en kWh.

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	66.1	23.64	6.15	112.2	109.5	10001	9837	0.885
February	89.8	26.62	7.43	132.8	129.7	11681	11489	0.874
March	137.9	47.78	10.97	174.9	170.0	15089	14847	0.858
April	171.4	57.33	13.46	187.6	181.9	15917	15655	0.843
May	206.8	71.16	18.41	203.9	197.2	17009	16729	0.829
June	230.4	61.96	24.06	218.4	211.1	17751	17460	0.808
July	243.2	60.56	27.47	235.2	227.3	18789	18480	0.794
August	212.9	52.21	26.88	226.7	219.7	18198	17904	0.798
September	158.3	45.98	21.89	191.0	185.5	15702	15447	0.817
October	112.1	39.71	16.41	155.6	151.6	13263	13051	0.847
November	73.4	25.77	9.77	120.4	117.7	10570	10391	0.872
December	58.1	23.90	6.77	99.4	97.2	8899	8752	0.889
Year	1760.4	536.62	15.86	2058.2	1998.4	172869	170043	0.835

Tabla 6: Simulación de la instalación de 99 kWp

Una vez descargado el archivo de salida de la simulación que nos proporciona la curva horaria anual de producción, se enfrenta a la curva horaria de consumos y se obtienen los resultados reflejados en la tabla 7

Potencia pico	99 kWp
Total producción FV	170.042,73 kWh
Consumo total	621.296 kWh
Producción sobre consumo	27,30%
Vertido laborable	8.518,87 kWh
Vertido fin de semana	7.088,43 kWh
Vertido total	9,18%
Producción específica	1.717,60 kWh/kWp
Aprovechamiento	100%

Tabla 7: Rendimiento de la instalación de 99 kWp

Como puede observarse, la producción total de la instalación fotovoltaica de 99 kWp cubrirá aproximadamente el 27 % del consumo total de la instalación. Cabe destacar que este dato proviene de la relación entre la producción y el consumo totales, siendo este dato irreal, ya que hay un 9 % de la producción que se vierte a la red, aunque recuperará debido al régimen de compensación de excedentes. Si se considera exclusivamente la energía utilizada de manera directa de la instalación, la relación entre producción y aprovechamiento será del 24,9 %.

Por otro lado, se registra un excedente de energía del 9,18 %, principalmente generado durante los fines de semana cuando el consumo de la escuela es mínimo. Sin embargo, gracias a la modalidad de compensación de excedentes, este sobrante se puede utilizar durante horas de mayor demanda. Así, se logra un aprovechamiento del 100 % de la energía producida.

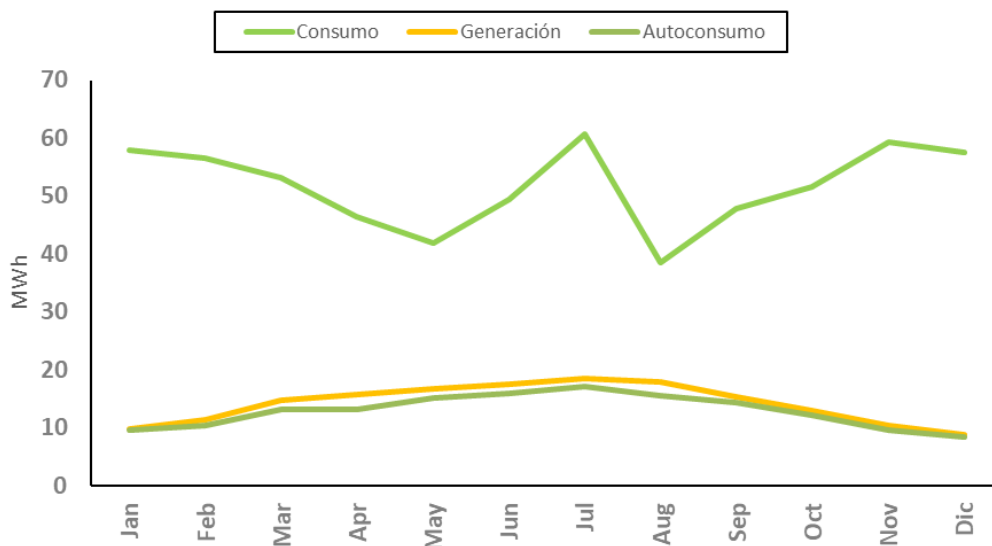


Figura 16: Consumo, generación y autoconsumo de la instalación de 99 kWp

La figura 16 representa los valores del consumo total, la energía total generada por la instalación, y la energía aprovechada directamente de la instalación.

Se observa que, en los meses con menor radiación solar (enero, noviembre y diciembre), el porcentaje de autoconsumo respecto al consumo total es relativamente bajo, alrededor del 16 %. En cambio, durante los meses de mayor irradiación, el autoconsumo excede el 36 %, llegando a alcanzar el 40 %.

Por otro lado, la diferencia entre la energía producida y la autoconsumida no es excesivamente relevante al tratarse de una instalación de tamaño reducido que no genera gran cantidad de excedentes. Además, este excedente será compensado por el régimen de compensación de excedentes.

5.2. Instalación de 159,5 kWp

La segunda propuesta cuenta con 290 módulos de 550 W, para dar una potencia pico de 159,5 kWp. Esta potencia responde a un equilibrio entre una producción elevada que cubra la mayor parte del consumo de la Escuela, y un porcentaje de autoconsumo relativamente alto. Una instalación de mayor tamaño supondrá un mayor vertido de energía a la red durante los fines de semana, festivos y mes de agosto, que no podrá ser ajustada por compensación de excedentes al superar los 100 kW.

En la imagen de la figura 17 se muestra la distribución de paneles para la instalación de 159,5 kWp:

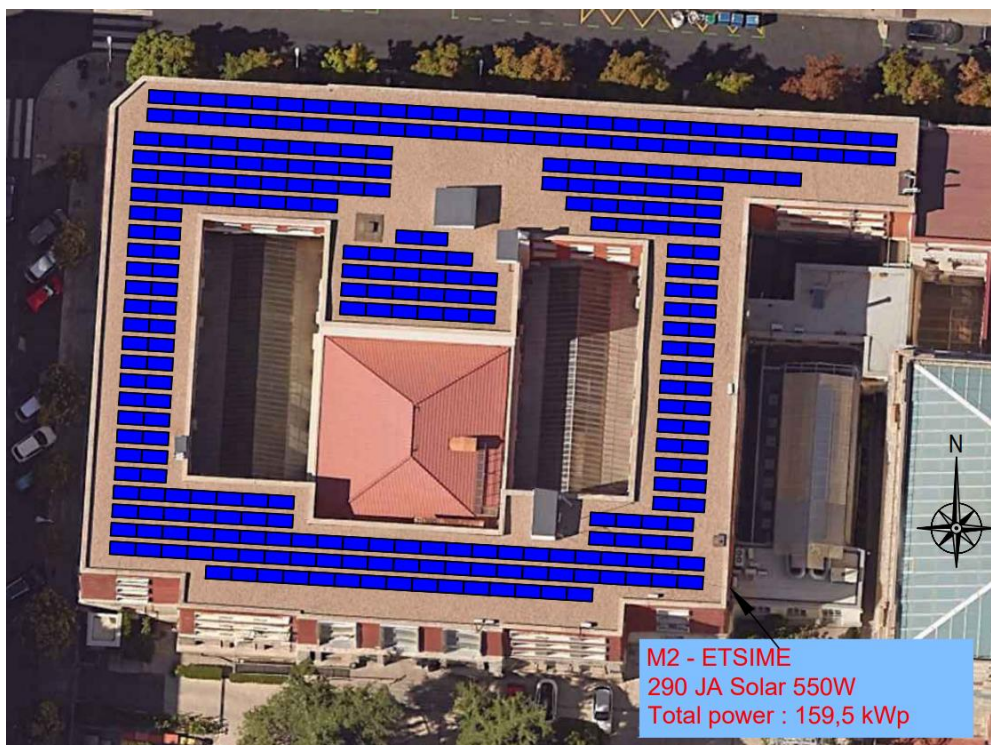


Figura 17: Instalación de 159,5 kWp

Panel solar

El módulo utilizado será el mismo que para la instalación de 99 kWp: JA Solar 550 W (JAM72S30-550/MR). Las características principales se muestran en la tabla 4, de acuerdo con los datos de su ficha técnica (Anexo C).

Orientación Azimuth

De igual manera, la orientación azimuth también coincidirá con los 3° al oeste, debido a la utilización de la misma cubierta del M2.

Ángulo de inclinación

El ángulo formado entre el panel solar y el plano horizontal en este caso vendrá marcado por la mayor cantidad de paneles que se encuentran en un espacio reducido en la cubierta. No es posible replicar los 30° de inclinación de la instalación de 99 kWp, ya que impediría la posibilidad de colocar los 290 módulos. Finalmente, la inclinación escogida es de 10°.

Una menor inclinación repercutirá directamente en el rendimiento de los paneles, sobre en la temporada invernal de la Península Ibérica, ya que como se ha mencionado anteriormente, durante dichos meses el sol llega a incidir sobre la tierra formando ángulos menores a 30 grados durante las horas centrales del día (figura 12).

Distancia entre paneles

El menor ángulo de inclinación permite a su vez una menor distancia necesaria entre los módulos. Siguiendo el mismo procedimiento que el realizado en la instalación de 99 kWp, con la única diferencia del ángulo de inclinación:

$$h (m) = h_{inclinada} \times \sin (\text{ángulo inclinación})$$

Donde:

- h: altura vertical calculada anteriormente, expresada en metros
- latitud: latitud geográfica de la instalación, expresada en grados sexagesimales

$$d (m) = \frac{h}{\tan (61 - \text{latitud})}$$

Donde:

- h: altura vertical calculada anteriormente, expresada en metros
- latitud: latitud geográfica de la instalación expresada en grados sexagesimales

La distancia de separación disminuye de manera directamente proporcional con el ángulo de inclinación, por lo que en el resultado final se obtiene una distancia mínima de 525 mm.

Inversor

La potencia nominal del inversor debe ser considerablemente mayor a la propuesta para la instalación de 99 kW, para poder mantener una relación óptima cercana a 1,2.

En la actualidad, Huawei no dispone de ningún inversor que ronde los 130-140 kW, que sería consideraría una potencia nominal adecuada. Por este motivo, se utilizarán 2 inversores diferentes para dar una potencia de 150 kW, pese a que esta elección suele suponer un mayor precio que un solo inversor de gran tamaño.

Los inversores elegidos serán los modelos de Huawei SUN2000-100KTL-M2 (cuyas características se encuentran en la tabla 5) y SUN2000-50KTL-M3, con la ficha técnica en el Anexo C y cuyas características principales se reflejan en la tabla 8:

Eficiencia máxima	98,5%
Eficiencia europea	98,0%
Número de Rastreadores MPP	4
Potencia AC Activa Nominal	50.000 W
Potencia AC Aparente Máxima	55.000 VA
Métodos de comunicación	LED, Bluetooth + APP
Rango de temperatura operativa	-25 °C a 60 °C
Dimensiones (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm
Peso	49 kg

Tabla 8: Características principales Huawei SUN2000-50KTL-M3

Simulación

Para la simulación del proyecto, se emplea nuevamente el software PVsyst, utilizando la base de datos PVGIS para la simulación del rendimiento solar. En este estudio, se asumen las mismas tasas de pérdidas que fueron aplicadas previamente en la instalación de 99 kWp, garantizando así la consistencia en la comparación de los datos de rendimiento entre diferentes configuraciones de sistema. Estas pérdidas son:

- Pérdidas por suciedad: 1,5 %.
- Factor por pérdida térmica: $20 \frac{W}{m^2K}$.
- Pérdida por desajuste de módulo: 2 %.
- Pérdidas LID (Light Induced Degradation): 2 %.
- Pérdidas por corriente continua: 1,5 %.
- Pérdidas por indisponibilidad: 1,6 %, que equivalen a 5,8 días al año.

Los resultados mensuales reflejados por la radiación se muestran en la tabla 9:

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	66.1	23.64	6.15	83.6	79.8	11868	11677	0.878
February	89.8	26.62	7.43	107.0	103.3	15151	14910	0.877
March	137.9	47.78	10.97	154.1	148.7	21426	21095	0.861
April	171.4	57.33	13.46	181.2	175.2	24819	24429	0.848
May	206.8	71.16	18.41	210.7	203.5	28250	27807	0.830
June	230.4	61.96	24.06	231.6	224.0	30287	29815	0.810
July	243.2	60.56	27.47	246.4	238.4	31721	31225	0.797
August	212.9	52.21	26.88	223.2	215.8	28898	28452	0.802
September	158.3	45.98	21.89	173.7	167.7	23048	22689	0.822
October	112.1	39.71	16.41	129.9	125.2	17804	17526	0.849
November	73.4	25.77	9.77	91.5	87.8	12869	12656	0.870
December	58.1	23.90	6.77	73.8	70.4	10481	10305	0.879
Year	1760.4	536.62	15.86	1906.8	1839.7	256622	252585	0.833

Tabla 9: Simulación de la instalación de 159,5 kWp

Los valores referentes a las variables meteorológicas permanecen invariables respecto a la simulación realizada anteriormente, debido a la utilización de la misma base de datos. En la tabla proporcionada, las tres columnas finales (EArray, E_Grid y PR) exhiben variaciones que dependen del tamaño de la instalación, destacando especialmente la columna E_Grid. Esta última refleja la producción efectiva de la planta, y la que se

comparará con los valores horarios de consumo para obtener los resultados que se muestran en la tabla 10:

Potencia pico	159,5 kWp
Total producción FV	253.038,04 kWh
Consumo total	621.296 kWh
Producción sobre consumo	32,8%
Vertido laborable	29.697,87 kWh
Vertido fin de semana	19.452,50 kWh
Vertido total	19,40%
Producción específica	1.586,45 kWh/kWp
Aprovechamiento	80,58%

Tabla 10: Rendimiento de la instalación de 159,5 kWp

En este caso se observa una mayor cobertura de la energía producida por la instalación sobre el consumo, alcanzando un 32,8 %. Para poder llegar a estos valores, también disminuye considerablemente el aprovechamiento de dicha instalación, a un 80,58 %.

De nuevo, el 19,4 % de excedentes viene en gran parte generado por el bajo consumo durante los fines de semanas, festivos, y mes de agosto.

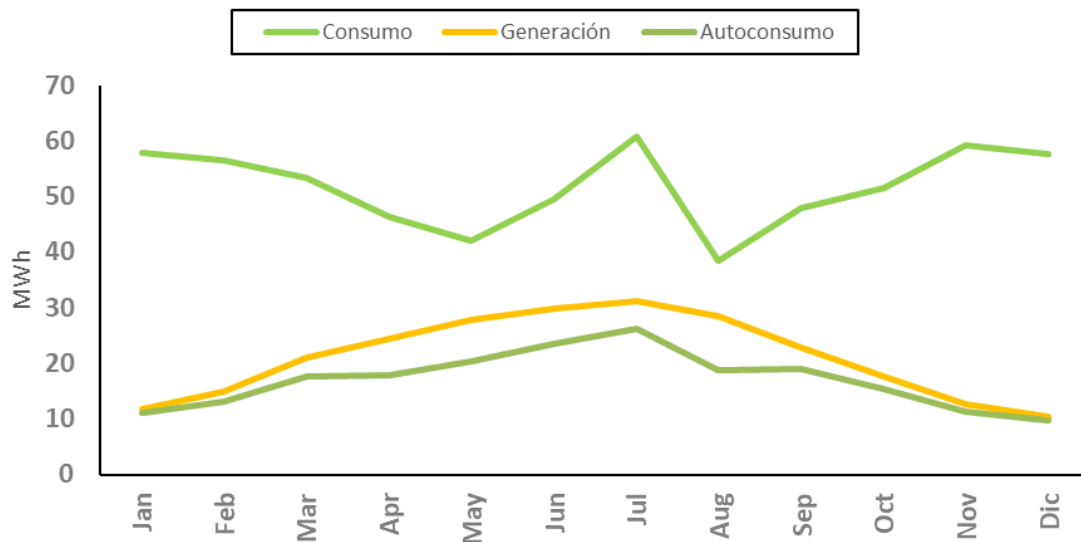


Figura 18: Consumo, generación y autoconsumo de la instalación de 159,5 kWp

La figura 18 representa el consumo mensual, la energía generada por la instalación, y la consumida por el cliente.

Destaca el aumento del porcentaje de autoconsumo, llegando a alcanzar el 47 % durante los meses de mayo, junio y agosto. En consecuencia, con aumento de tamaño de la instalación es notoria la mayor diferencia entre la energía generada y la auto consumida, que muestra una mayor cantidad de excedentes. En una instalación sin régimen de compensación de excedentes, este vertido solo es aprovechable con una venta de energía a la red eléctrica. Este proceso es complejo y tiende a alargarse en el tiempo, aunque se contemplará en el estudio económico.

6. CONCLUSIONES TÉCNICAS

En este documento se analiza la viabilidad técnica de dos dimensionamientos diferentes de instalaciones fotovoltaicas en el edificio M2 de la ETSIME, de 99 y 159,5 kWp.

Concluido el diseño de la instalación con las respectivas simulaciones, se puede determinar que una instalación para abastecer a la Escuela Técnica Superior de Minas y Energía es viable, aunque cabe destacar los dos principales inconvenientes a los que hay que hacer frente, y que hacen necesario estudiar detenidamente la dimensión de dicha instalación:

En primera instancia, y de mayor importancia, el consumo irregular de la escuela. Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, y debido a la naturaleza del uso de las instalaciones de la ETSIME, se registra un muy bajo consumo durante los fines de semana, festivos, y especialmente el mes de agosto. Ello conlleva que un mayor dimensionamiento de la instalación se refleje a su vez en un mayor vertido de energía, y la disminución del rendimiento de la instalación.

Por otra parte, el limitado espacio disponible para instalar módulos solares fotovoltaicos impacta directamente en la cantidad de paneles que se pueden colocar y en su ángulo de inclinación. Sin embargo, este factor no resulta decisivo, dado que, como se indica en el párrafo anterior, incrementar el tamaño de la instalación llevaría a un aumento de los excedentes energéticos.

En las conclusiones finales del documento del estudio económico se valorarán ambas instalaciones englobando tanto la parte económica como la técnica, y se justificará el motivo por el que se considera la instalación de 99 kWp como la mejor alternativa.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] IRENA (2024), Renewable capacity statistics 2024, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Disponible en:
<https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024>
- [2] ONU (2021) "Acuerdo de París." Naciones Unidas. Disponible en:
<https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
- [3] Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2024) - "Energy" Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/energy>
- [4] IRENA (2023): "Tracking COP28 outcomes: Tripling renewable power capacity by 2030". Disponible en <https://www.irena.org/Digital-Report/Tracking-COP28-outcomes-Tripling-renewable-power-capacity-by-2030>
- [5] IRENA (2024), Renewable capacity statistics 2024, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Disponible en:
<https://www.irena.org/Publications/2024/Mar/Renewable-capacity-statistics-2024>
- [6] IEA. (2024). Renewables 2023—Analysis and forecast to 2028. International Energy Agency. Disponible en: [Renewables 2023 – Analysis - IEA](#)
- [7] GEOGRAFÍA INFINITA (2017): "Reparto de las horas de sol en el mundo". Disponible en <https://www.geografiainfinita.com/2017/07/reparto-las-horas-sol-mundo/>
- [8] IBERDROLA ESPAÑA (2023): "Energía Solar". Disponible en <https://www.iberdrolaespana.com/conocenos/lineas-negocios/energia-solar>
- [9] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME (IEA PVPS) (2024): "Snapshot of Global PV Markets 2024". Disponible en https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2024/04/Snapshot-of-Global-PV-Markets_20241.pdf
- [10] BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (BOE) (2018): "Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores". Disponible en <https://www.boe.es/eli/es/rdl/2018/10/05/15>

- [11] MINISTERIO DE HACIENDA (2020): "Next Generation EU". Disponible en <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx>
- [12] SOTYSOLAR (2023): "Energía fotovoltaica en España". Disponible en https://sotysolar.es/blog/energia-fotovoltaica-espana#mcetoc_1gvtkmpq79
- [13] ONU (s.f.): "Agenda de Desarrollo Sostenible". Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- [14] MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (MITECO) (2019): "Plan Nacional Integrado de Energía y Clima". Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.html>
- [15] RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE) (2023): "Informe de energías renovables: Potencia instalada de solar fotovoltaica". Disponible en <https://www.sistemaelectrico-ree.es/informe-de-energias-renovables/sol/potencia-instalada/solar-fotovoltaica-solpotencia#:~:text=La%20solar%20fotovoltaica%20sigue%20siendo,en%20todo%20el%20territorio%20espa%C3%B1ol>
- [16] Gómez-Calvet, Roberto; Martínez-Duart, José M.; Gómez-Calvet, Ana Rosa (2023): "The 2030 power sector transition in Spain: Too little storage for so many planned solar photovoltaics?". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. número, art. número 113094. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113094>
- [17] Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. "BOE" núm. 310, de 27 de diciembre de 2013, páginas 105324 a 105404. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/2013/12/26/24/con>
- [18] Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regula la transmisión, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. "BOE" núm. 310, de 2 de diciembre de 2000, páginas 43088 a 43220. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2000/12/01/1955/con>
- [19] 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. "BOE" núm. 138, de 7 de junio de 2014, páginas 43932 a

44003. [En línea]. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-6123

- [20] 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. "BOE" núm. 242, de 10 de octubre de 2015, páginas 95483 a 95515. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2015/10/09/900/con>
- [21] Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. "BOE" núm. 83, de 6 de abril de 2019, páginas 35264 a 35291. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244>
- [22] Comunidad de Madrid. Resolución de 21 de junio de 2006, por la que se establecen las normas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en la Comunidad de Madrid. [En línea]. Disponible en: https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/educacion/resolucion_de_21_de_junio_de_2006.pdf
- [23] UNE-EN 62446-1:2017. Requisitos para la documentación, puesta en marcha, pruebas y monitorización de sistemas fotovoltaicos. Primera edición, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=norma-une-en-62446-1-2017-n0058027>
- [24] UNE 206007:2018. Características mínimas de los módulos fotovoltaicos en cuanto a diseño y construcción. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052945>
- [25] UNE-EN 50530:2010. Eficiencia máxima de los inversores solares fotovoltaicos. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052021>
- [26] UNE-EN 61730:2007. Especificaciones de seguridad para módulos fotovoltaicos (partes 1 y 2). [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061310>

- [27] UNE-EN 60904:2019. Métodos de medición de las características eléctricas de los módulos y células fotovoltaicas. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0066277>
- [28] Código Técnico de la Edificación (CTE). [En línea]. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/>
- [29] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). [En línea]. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/abrir_pdf.php?fich=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC.pdf
- [30] WIKIPEDIA (2022): "Banda de valencia". Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Banda_de_valencia
- [31] Rodríguez-Meza, M. A.; Cervantes-Cota, Jorge L. (2006): "El efecto fotoeléctrico". Revista Mexicana de Física, vol. 52, pp. 70-74. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/104/10413309.pdf>
- [32] PV EDUCATION (s.f.): "Dopaje". Disponible en <https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/dispositivos-semiconductores/dopaje>
- [33] SAMPAIO, P., & GONZALEZ, M. (2017): "Photovoltaic cell". En ResearchGate. Disponible en https://www.researchgate.net/figure/Photovoltaic-cell-Sampaio-and-Gonzalez-2017_fig1_332165551
- [34] INSOENER (2022): "Partes de un panel fotovoltaico". Disponible en <https://www.insoener.es/blog/partes-de-un-panel-fotovoltaico>
- [35] EDP ENERGÍA (2024): "Material de placas solares". Disponible en <https://www.edpenergia.es/es/blog/energia-fotovoltaica/material-placas-solares>
- [36] ENEL GREEN POWER: "Módulo fotovoltaico". Disponible en <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar/modulo-fotovoltaico>
- [37] AUTOSOLAR (s.f.): "La curva de intensidad-voltaje y la de potencia-voltaje de un panel solar: el papel del regulador de carga". Disponible en <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/la-curva-de-intensidad-voltaje-y-la-de-potencia-voltaje-de-un-panel-solar-el-papel-del-regulador-de-carga>

- [38] GREEN SOLUTIONS (2023): "Pérdidas de rendimiento de los paneles solares por el calor en verano". Disponible en <https://greensolutions.es/noticias/blog/perdidas-de-rendimiento-de-los-paneles-solares-por-el-calor-en-verano>
- [39] HARDZONE (2024): "Corriente continua vs. corriente alterna en PC: ¿Cuál es la diferencia?". Disponible en <https://hardzone.es/tutoriales/mantenimiento/corriente-continua-alterna-pc/>
- [40] SAMARA ENERGY (s.f.): "Inversores solares fotovoltaicos: qué son y cómo funcionan". Disponible en <https://www.samara.energy/post/inversores-solares-fotovoltaicos-que-son-y-como-funcionan#:~:text=As%C3%AD%20es%20como%20funciona%3A,puede%20tener%20tres%20destinos%20diferentes>
- [41] TOP CABLE (2023): "Características de cables para aplicaciones fotovoltaicas". Disponible en <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/caracteristicas-de-cables-para-aplicaciones-fotovoltaicas/>
- [42] WIKIPEDIA (2024): "Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía (Universidad Politécnica de Madrid)". Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_Técnica_Superior_de_Ingenieros_de_Minas_y_Energía_\(Universidad_Politécnica_de_Madrid\)#Distribución](https://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_Técnica_Superior_de_Ingenieros_de_Minas_y_Energía_(Universidad_Politécnica_de_Madrid)#Distribución)
- [43] PV MAGAZINE (2023): "Top solar panel brands in performance, reliability, and quality". Disponible en <https://www.pv-magazine.com/2023/08/01/top-solar-panel-brands-in-performance-reliability-and-quality/>
- [44] WOOD MACKENZIE (2024): "WoodMac: Solar PV module manufacturer rankings 2023". Disponible en <https://www.woodmac.com/press-releases/2024-press-releases/woodmac-solar-pv-module-manufacturer-rankings-2023/>
- [45] WOOD MACKENZIE (2024): "Global PV inverter shipments grew by 56% in 2023 to 536 GWac". Disponible en <https://www.woodmac.com/press-releases/2024-press-releases/global-pv-inverter-shipments-grew-by-56-in-2023-to-536-gwac/>
- [46] MDPI (2023): "Solar Photovoltaic Energy as a Promising Enhanced Share of Clean Energy Sources in the Future. Energies, vol. 16, no. 24, art. 7919. Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/24/7919>

**Estudio de Viabilidad de una instalación fotovoltaica en la
Escuela Técnica Superior de Minas y Energía**

DOCUMENTO 2: ESTUDIO ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se hace una comparación de las dos instalaciones consideradas desde el punto de vista económico. Para ello, en un primer apartado se estimará el presupuesto de cada una de las instalaciones teniendo en cuenta los precios de mercado y, en un segundo apartado, se hará un análisis comparativo de la rentabilidad de las dos instalaciones.

2. PRESUPUESTO

Una vez conocidas las dimensiones de ambas propuestas y el material necesario para su construcción, se ha elaborado un presupuesto donde figuran las cantidades y precios necesarios de dichos materiales (se considera como fecha de referencia para los precios julio de 2024).

Se ha considerado un incremento del 10 al 20% en la cantidad de material requerido, lo que permite anticiparse a posibles daños durante el transporte o la instalación, evitando así demoras en los tiempos de construcción. Además, este excedente facilitará la conservación de piezas de repuesto para futuras sustituciones a lo largo de los años.

En cuanto al precio de los materiales, se han considerado los precios ofertados por diferentes proveedores siempre que ha sido posible, y se ha calculado el precio medio.

Teniendo en cuenta las hipótesis anteriores, se puede considerar que los presupuestos elaborados son conservadores, pudiendo verse rebajado su precio al trasladarse a la realidad.

2.1. Presupuesto de la instalación de 99 kWp

La instalación de 99 kWp se diferenciará principalmente por contar con una estructura de *solar blocks*. Estos elementos son una solución para montar paneles solares en superficies planas sin necesidad de perforar la cubierta, aunque suponen un añadido de peso respecto a una estructura de aluminio convencional. Además, debido a su simplicidad y su composición de hormigón, son considerablemente más baratas que otras estructuras.

En la tabla 11 presenta el presupuesto estimado de la instalación:

COMPONENTE	Precio unitario	Unidad	Cantidad	Precio total
JA Solar 550W (JAM72S30-550/MR)	93,9	€/ud	190	17.841,0 €
Huawei SUN2000-100KTL-M2 Trifásico 100kW	4.777,3	€/ud	1	4.777,3 €
Cable 6mm2 SOLAR PV-ZZ-F Negro	1,9	€/m	492	954,5 €
Cable 95 mm2 RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT	16,3	€/m	65	1.056,3 €
Cable 50 mm2 RV-K 0,6/1KV BARRYFLEX	10,0	€/m	54	537,3 €
Soporte paneles SOLARBLOC 30º	21,0	€/ud	200	4.198,0 €
Caja de conexiones MIDNITE SOLAR MNPV6	164,0	€/ud	5	820,0 €
Protecciones AC ABB S202	31,5	€/ud	12	377,4 €
Protector DC RS PRO 132021	101,5	€/ud	12	1.218,2 €
Monitorización Huawei Smartlogger 3000A	609,9	€/ud	1	609,9 €
Análisis estructural cubierta	3.000,0	€/ud	1	3.000,0 €
Mano de obra, instalación y alquiler de maquinaria	21.000,0	€/ud	1	21.000,0 €
Tramitación y legalización	9.700,0	€/ud	1	9.700,0 €
TOTAL (IVA incluido)				66.089,8 €

Tabla 11: Presupuesto de la instalación de 99 kWp

2.2. Presupuesto de la instalación de 159,5 kWp

En la instalación de mayor dimensión se plantea la utilización de una estructura convencional de aluminio lastrada, aunque esto supondrá un incremento de la inversión necesaria.

COMPONENTE	Precio unitario	Unidad	Cantidad	Precio total
JA Solar 550W (JAM72S30-550/MR)	93,9	€/ud	305	28.639,5 €
Huawei SUN2000-50KTL-M3	3.095,0	€/ud	1	3.095,0 €
Huawei SUN2000-100KTL-M2 Trifásico 100kW	4.777,3	€/ud	1	4.777,3 €
Cable 6mm2 SOLAR PV-ZZ-F Negro	1,9	€/m	730	1.416,2 €
Cable 95 mm2 RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT	16,3	€/m	80	1.300,0 €
Cable 50 mm2 RV-K 0,6/1KV BARRYFLEX	10,0	€/m	70	696,5 €
Soporte inclinado 10º SUNFER 29H (2 paneles)	212,0	€/ud	160	33.920,0 €
Lastres SUNFER 29H	4,0	€/ud	320	1.280,0 €
Caja de conexiones MIDNITE SOLAR MNPV6	164,0	€/ud	8	1.311,9 €
Protecciones AC ABB S202	31,5	€/ud	18	566,1 €
Protector DC RS PRO 132021	101,5	€/ud	18	1.827,4 €
Monitorización Huawei Smartlogger 3000A	609,9	€/ud	1	609,9 €
Análisis estructural cubierta	3.000,0	€/ud	1	3.000,0 €
Mano de obra, instalación y alquiler de maquinaria	29.000,0	€/ud	1	29.000,0 €
Tramitación y legalización	13.000,0	€/ud	1	13.000,0 €
TOTAL (IVA incluido)				124.439,8 €

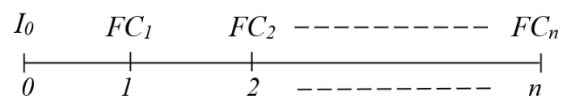
Tabla 12: Presupuesto de la instalación de 159,5 kWp

Como se aprecia en la tabla 12, la inversión necesaria para esta instalación es casi el doble en comparación con la instalación de 99 kWp (tabla 11), debido a la estructura escogida.

También se puede contemplar la alternativa de instalar *solar blocks*, aunque inicialmente se ha descartado ya que aumentaría el peso de la instalación al ser necesaria una mayor cantidad, y exigiría un análisis estructural exhaustivo del edificio. En caso de que fuera posible, disminuiría el presupuesto en aproximadamente 15.000 €, por lo que representa una opción a considerar.

3. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

En los apartados que figuran a continuación se realiza una comparación de las dos instalaciones desde el punto de vista de su rentabilidad económica. Para ello, se utilizarán los criterios más habituales de valoración y selección de inversiones: VAN, TIR y *Pay-back*. A continuación, se definen cada uno de estos criterios para un proyecto de inversión como el siguiente [47]:



Donde:

- I_0 : inversión inicial, en euros.
- r : tasa de descuento.
- n : número de años del proyecto.
- FC_i : flujo de caja del año i .

Tiempo de retorno (*Pay-back*)

El plazo de recuperación es el número de períodos que se tarda en recuperar el desembolso o coste inicial del proyecto. Si llamamos k al tiempo que tiene que transcurrir, se verifica que:

$$I_0 = FC_1 + FC_2 + \dots + FC_k \rightarrow k$$

De acuerdo con este criterio, son preferidos los proyectos cuyo plazo de recuperación es menor, es decir, considera como dato prioritario la liquidez del proyecto, pero no tiene en cuenta los flujos de caja generados una vez se ha recuperado la inversión inicial. Por otro lado, se suman flujos de caja con distintos vencimientos, es decir, no se tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto de un proyecto de inversión se calcula como diferencia entre el valor descontado de los flujos de caja y el desembolso inicial.

Su fórmula es la siguiente:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} - I_o$$

Donde:

- I_o : inversión inicial, en euros.
- r : tasa de descuento.
- i : número de años del proyecto.
- n : número de años del proyecto.
- FC_i : flujo de caja del año i .

La tasa de descuento r es la rentabilidad mínima que el inversor desea obtener con el proyecto. Si se trata de una empresa podría utilizarse el coste medio ponderado de sus fuentes de financiación, o bien, el coste marginal de la financiación que se utilice para la inversión.

Cuando se trata de un solo proyecto, la decisión a tomar depende de si el VAN obtenido es mayor o menor que cero:

- Si $VAN > 0 \rightarrow$ Se acepta el proyecto
- Si $VAN < 0 \rightarrow$ Se rechaza el proyecto

Cuando se trata de un conjunto de proyectos, este criterio permite elegir entre ellos, ordenándolos de mayor a menor VAN.

Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento iguala, desde un punto de vista financiero, los rendimientos netos de la inversión con el desembolso inicial efectuado, o lo que es lo mismo, es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Por lo que la fórmula sería:

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+TIR)^i} - I_o$$

Donde:

- TIR: tasa de descuento para que el VAN sea igual a 0.

Cuando se trata de un solo proyecto, el criterio de decisión basado en la TIR es el siguiente:

- Si $TIR > r \rightarrow$ Se acepta el proyecto
- Si $TIR < r \rightarrow$ Se rechaza el proyecto

siendo r el tanto mínimo de rentabilidad que exige el decisor a sus proyectos.

Cuando se trata de un conjunto de proyectos, se ordenarán de mayor a menor TIR siendo preferidos los de mayor TIR.

Hipótesis básicas sobre el IPC y el precio de la electricidad

Para calcular el valor aproximado de la subida de precios anual de la electricidad, se considerará tanto la evolución del IPC como la del precio de la energía.

Considerando la evolución del precio de la electricidad en España desde el año 2010, se puede realizar una estimación de una subida del 2,64% anual para los próximos 25 años (figura 19).

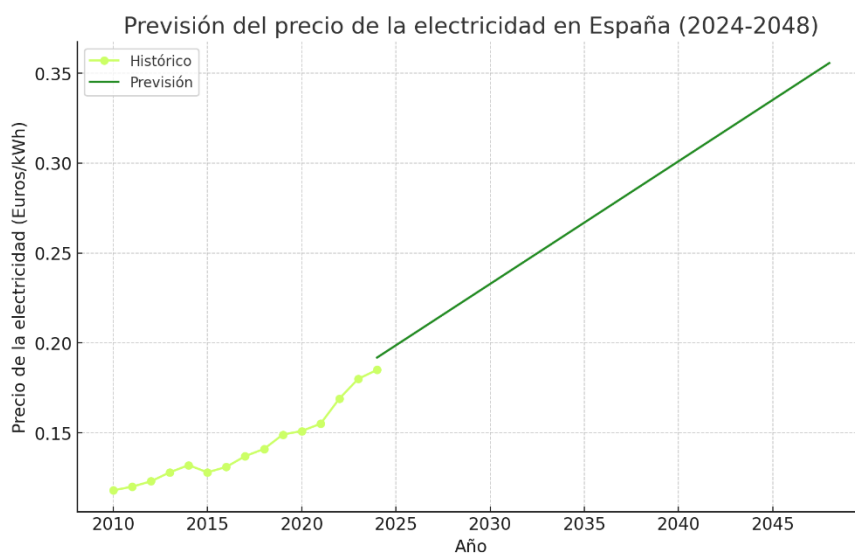


Figura 19: Evolución del precio de la electricidad en España

La estimación del incremento del IPC es más inexacta, ya que en los últimos 15 años no ha experimentado una subida progresiva debido a las crisis económicas sufridas y a la pandemia del COVID-19. Aun así, una aproximación promedio nos llevaría a suponer un 3,2 % de incremento anual.

Calculando la media aritmética entre los dos incrementos, se obtiene una tasa de crecimiento combinada del 2,92 %. Este valor puede ser considerado optimista por algunos analistas, pero nos dará una referencia del ahorro mínimo que obtendremos con la instalación.

Por otro lado, también se ha tenido en cuenta la degradación anual de los paneles solares de un 0,55 % anual, que aparece reflejada en la ficha técnica del modelo (Anexo C).

3.1. Análisis de la instalación de 99 kWp

Se ha considerado un presupuesto de operación y mantenimiento (OPEX) un valor inicial de 1.800 euros, que incrementará acorde a la tasa de crecimiento establecida. Dicho mantenimiento incluirá una limpieza anual de los paneles, revisión de las conexiones eléctricas y una inspección visual para revisar óxidos y corrosiones.

Es importante mencionar que, aunque está previsto que la instalación se acoja a compensación de excedentes, en los cálculos no se han tenido en cuenta los beneficios derivados de dicha compensación. Esto se debe a que hay varias maneras de recibir compensación por la energía suministrada a la red por parte de las compañías eléctricas, que van desde el uso de una batería virtual hasta la compensación económica basada en una tarifa preestablecida según la cantidad de electricidad vertida a la red. Por ello, consideramos nuevamente que los valores reflejados son conservadores.

Año	Factura €	Autoconsumo kWh	OPEX	Ahorro
0 (2024)	72.216,9 €	-	-	-
1	74.325,7 €	154.435,43	1.800,0 €	16.675,1 €
2	76.434,4 €	153.586,03	1.852,6 €	17.042,2 €
3	78.543,1 €	152.736,64	1.905,1 €	17.403,6 €
4	80.651,9 €	151.887,24	1.957,7 €	17.759,1 €
5	82.760,6 €	151.037,85	2.010,2 €	18.109,0 €
6	84.869,3 €	150.188,45	2.062,8 €	18.453,0 €
7	86.978,1 €	149.339,06	2.115,4 €	18.791,3 €
8	89.086,8 €	148.489,66	2.167,9 €	19.123,8 €
9	91.195,5 €	147.640,27	2.220,5 €	19.450,6 €
10	93.304,3 €	146.790,87	2.273,0 €	19.771,5 €
11	95.413,0 €	145.941,48	2.325,6 €	20.086,8 €
12	97.521,7 €	145.092,08	2.378,2 €	20.396,2 €
13	99.630,5 €	144.242,69	2.430,7 €	20.699,9 €
14	101.739,2 €	143.393,29	2.483,3 €	20.997,8 €
15	103.847,9 €	142.543,90	2.535,8 €	21.290,0 €
16	105.956,7 €	141.694,51	2.588,4 €	21.576,4 €
17	108.065,4 €	140.845,11	2.641,0 €	21.857,0 €
18	110.174,1 €	139.995,72	2.693,5 €	22.131,8 €
19	112.282,9 €	139.146,32	2.746,1 €	22.400,9 €
20	114.391,6 €	138.296,93	2.798,6 €	22.664,3 €
21	116.500,3 €	137.447,53	2.851,2 €	22.921,8 €
22	118.609,1 €	136.598,14	2.903,8 €	23.173,6 €
23	120.717,8 €	135.748,74	2.956,3 €	23.419,6 €
24	122.826,6 €	134.899,35	3.008,9 €	23.659,9 €
25	124.935,3 €	134.049,95	3.061,4 €	23.894,4 €
TOTAL		3.606.067,2 €	60.768,0 €	513.749,7 €

Tabla 13: Ahorro anual de la instalación de 99 kWp

En la tabla 13 se observa el aumento de la factura anual de la ETSIME, además de la energía autoconsumida y el ahorro que supone durante los 25 años de vida de la instalación. Se aprecia que, aunque la producción disminuye con el paso de los años debido a la degradación, se ve ampliamente compensado debido al aumento del precio de la electricidad.

Tiempo de retorno

El tiempo de retorno de una instalación solar fotovoltaica es el periodo de tiempo que se necesita para recuperar la inversión inicial realizada en la instalación a través de los ahorros en la factura de electricidad. Este tiempo de retorno se calcula dividiendo el coste total de la inversión entre el ahorro anual generado por la instalación.

Teniendo en cuenta la inversión inicial necesaria 66.089,81 euros, el periodo de retorno de la instalación de 99 kWp es de 3 años y 11 meses.

Valor Actual Neto

En el contexto de una instalación solar fotovoltaica, el VAN permite calcular la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja generados por la instalación (ahorros en la factura eléctrica) y el coste inicial de la inversión.

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} - I_o$$

De acuerdo con los informes elaborados por Deloitte [48] y Lazard [49], consideramos que una tasa de descuento del 7,5 % es adecuada para un proyecto de instalación de una planta fotovoltaica en condiciones normales de mercado. Sustituyendo los valores en la fórmula, se obtiene un Valor Actual Neto de 150.840,77 €.

Tasa interna de retorno

En el contexto de una instalación solar fotovoltaica, la TIR representa la tasa de descuento que hace que el valor actual neto (VAN) de todos los flujos de caja futuros (tanto positivos como negativos) de la instalación sea igual a cero.

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+TIR)^i} - I_o$$

Sustituyendo los mismos valores que en el VAN, el resultado obtenido es de un TIR del 27 %. Este resultado nos indica que la instalación sería altamente rentable, y significaría una recuperación rápida del capital invertido como ya obtuvimos en el tiempo de retorno.

3.2. Análisis de la instalación de 159,5 kWp

En este caso, debido al mayor tamaño de la instalación, los costes de mantenimiento serán superiores a los de la instalación anterior, ascendiendo a 2.700 €. También en este caso

Año	Factura €	Autoconsumo kWh	OPEX	Ahorro
0 (2024)	72.216,9 €	-	-	-
1	74.325,7 €	203.874,13	2.700,0 €	21.689,5 €
2	76.434,4 €	202.752,82	2.778,8 €	22.164,6 €
3	78.543,1 €	201.631,52	2.857,7 €	22.632,2 €
4	80.651,9 €	200.510,21	2.936,5 €	23.092,2 €
5	82.760,6 €	199.388,90	3.015,4 €	23.544,5 €
6	84.869,3 €	198.267,59	3.094,2 €	23.989,2 €
7	86.978,1 €	197.146,29	3.173,0 €	24.426,4 €
8	89.086,8 €	196.024,98	3.251,9 €	24.855,9 €
9	91.195,5 €	194.903,67	3.330,7 €	25.277,8 €
10	93.304,3 €	193.782,36	3.409,6 €	25.692,0 €
11	95.413,0 €	192.661,05	3.488,4 €	26.098,7 €
12	97.521,7 €	191.539,75	3.567,2 €	26.497,8 €
13	99.630,5 €	190.418,44	3.646,1 €	26.889,2 €
14	101.739,2 €	189.297,13	3.724,9 €	27.273,1 €
15	103.847,9 €	188.175,82	3.803,8 €	27.649,3 €
16	105.956,7 €	187.054,52	3.882,6 €	28.017,9 €
17	108.065,4 €	185.933,21	3.961,4 €	28.378,9 €
18	110.174,1 €	184.811,90	4.040,3 €	28.732,3 €
19	112.282,9 €	183.690,59	4.119,1 €	29.078,1 €
20	114.391,6 €	182.569,28	4.198,0 €	29.416,3 €
21	116.500,3 €	181.447,98	4.276,8 €	29.746,8 €
22	118.609,1 €	180.326,67	4.355,6 €	30.069,8 €
23	120.717,8 €	179.205,36	4.434,5 €	30.385,1 €
24	122.826,6 €	178.084,05	4.513,3 €	30.692,8 €
25	124.935,3 €	176.962,75	4.592,2 €	30.992,9 €
TOTAL		4.760.461,0 €	91.152,0 €	667.283,4 €

Tabla 14: Ahorro anual de la instalación de 159,5 kWp

incluirán una limpieza anual, revisión de conexiones eléctricas e inspecciones visuales. Para esta instalación, que por sus dimensiones no puede acogerse a ningún régimen de compensación, se contemplarán varios escenarios, como se verá más adelante.

En la tabla 14 se observa que el ahorro anual es mayor que en el caso de la instalación de 99 KW, debido a la mayor cantidad de energía autoconsumida, siendo la diferencia

aproximadamente de 150.000 euros. Sin embargo, este aumento del ahorro viene acompañado de una inversión considerablemente mayor, de 124.439,77 €.

Tiempo de retorno

Para esta instalación, debido a una mayor inversión inicial, se prevé un tiempo de retorno mayor, pero que se verá amortiguada debido al mayor ahorro anual. Se obtiene un resultado de 5 años y 6 meses.

Valor Actual Neto

En el cálculo del VAN; se mantendrá la tasa de descuento recomendada del 7,5 %. Siguiendo la fórmula utilizada anteriormente:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+r)^i} - I_o$$

Se obtiene en esta ocasión un Valor Actual Neto de 157.438,33 €, ligeramente superior en comparación al resultado de la instalación de 99 kWp.

Tasa interna de retorno

De nuevo se calcula la tasa de descuento para la cual el VAN es igual a 0:

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+TIR)^i} - I_o$$

En este caso, obtenemos una TIR del 19 %.

3.2.1. Optimización de la instalación de 159,5 kWp

Como se ha podido observar en el análisis de la instalación de mayor dimensión, la rentabilidad es menor si se compara con la instalación de 99 kWp. Esto es debido a que el autoconsumo apenas supera el 80 %, y no permite aprovechar toda la energía producida por la planta. Por ello, se plantean dos alternativas que pueden hacer esta instalación más interesante.

Venta de excedentes

Las simulaciones realizadas indican que el vertido anual de la instalación alcanzaría los 49.150,37 kWh al año. Esta energía podría ser rentabilizada acogiendo a un régimen de venta de excedentes a la red eléctrica, recibiendo por ella el precio de mercado por parte de la compañía eléctrica.

A menudo, los usuarios descartan esta opción debido a la extensa duración del proceso de tramitación, que puede prolongarse hasta dos años. Es frecuente que muchos opten por comenzar las instalaciones sin solicitar compensación alguna y solo iniciar los trámites necesarios al concluir la obra. Esta alternativa es la más adecuada para este proyecto, dado que la instalación resulta económicamente viable desde el principio sin la necesidad de vender los excedentes, los cuales podrían ser solicitados una vez finalizada la obra y aumentar la rentabilidad de la instalación.

A continuación, se resume el procedimiento para solicitar el Autoconsumo de excedentes sin compensación en la Comunidad de Madrid, que se pueden encontrar de manera más detallada en la Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo del IDAE [50]:

- **Diseño de la instalación:** al ser la potencia de la instalación mayor de 10 kW, se deberá elaborar un proyecto técnico redactado y firmado por un técnico titulado. La memoria y el proyecto deben incluir toda la información y documentación técnica relevante de la instalación, como el dimensionamiento, los equipos y sus especificaciones, los materiales empleados, las garantías, y las necesidades de mantenimiento, entre otros aspectos.
- **Permisos de acceso y conexión:** se deberán solicitar permisos de acceso y conexión y será necesario presentar avales o garantías.
- **Autorización ambiental y de utilidad pública:** en este caso no debería suponer problema debido al uso del suelo.
- **Autorización administrativa previa y de construcción.**
- **Licencia de obra e impuestos de construcciones y obras (ICIO):** en el caso de la Comunidad de Madrid, al tratarse de una instalación de autoconsumo, solamente se requiere presentar una declaración responsable urbanística.

- **Inspecciones periódicas:** en general para instalaciones de baja tensión no es necesaria una inspección inicial, pero sí será necesario realizar una inspección transcurridos los años fijados en la normativa.
- **Certificados de instalación y fin de obra:** será necesario un certificado de instalación eléctrica del REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) y un certificado final de obra firmado por un técnico competente.
- **Autorización de explotación:** se trata de un trámite autonómico, que consta de autorización de explotación en pruebas y autorización de explotación definitiva.
- **Contrato de acceso y contrato de suministro.**
- **Licencia de actividad:** es necesaria al realizar actividad económica.
- **Inscripción en el registro autonómico de consumo.**
- **Contrato de venta de energía:** debe darse de alta como sujetos de mercado generadores.

Contrato PPA

Un PPA (*Power Purchase Agreement*) es un contrato entre dos partes, generalmente un productor de energía (como una empresa de energía solar) y un comprador de energía (en este caso la ETSIME). Bajo este acuerdo, el productor financia, construye y retiene la propiedad de la instalación fotovoltaica en el terreno del cliente. Una vez operativa, y durante un periodo, que usualmente varía entre 15 y 25 años, el productor vende la energía generada al consumidor a un coste inferior al de la red eléctrica convencional. Al finalizar el periodo especificado en el PPA, la propiedad de la instalación se transfiere al consumidor, quien entonces puede disfrutar de la energía generada sin coste adicional hasta el final de la vida útil de la instalación [51].

Este modelo de financiación es especialmente beneficioso para aquellos usuarios que no pueden asumir el coste de una instalación de gran tamaño en un plazo corto de tiempo. A través de este acuerdo, pueden distribuir el coste de la instalación a lo largo de los años del contrato, con intereses significativamente menores a los de un préstamo bancario.

El precio de venta de la energía propuesto por el constructor será más ventajoso cuanto mayor sea el autoconsumo del cliente, tanto en términos absolutos como relativos. Por

esta razón, se puede anticipar que este modelo no generará grandes beneficios para la ETSIME, dado que la instalación es de escala reducida y el autoconsumo es relativamente bajo para este tipo de acuerdos. No obstante, ofrece la posibilidad de abordar una instalación con estas características sin incurrir en altos costos iniciales, por lo que puede seguir siendo una opción para contemplar.

Para el cálculo del precio de la tarifa del PPA, además de los datos arrojados por la simulación de PVsyst (tabla 10), se ha considerado un contrato de duración de 20 años y un interés implícito del 3,5 % anual. Con estos parámetros, y analizando las tarifas ofrecidas a instalaciones de similar tamaño y características, se considera que 0,085 €/kWh es un precio razonable. Es importante destacar que, en caso de acogerse al régimen de venta de excedentes a la red eléctrica, la tarifa del contrato PPA se reduciría considerablemente, lo que proporcionaría un mayor ahorro anual a la escuela. que se utilizará para realizar una simulación de ahorro como se muestra en la tabla 15:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	TOTAL
Precios factura de la ETSIME [€/kWh]	0,1218	0,1135	0,1277	0,1153	0,101	0,1133	
Precio PPA [€/kWh]	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	
Autoconsumo PV [kWh/año]	27.875,99	33.435,15	37.502,58	46.822,37	17.403,31	40.834,73	203.874,13
Consumo de red [kWh/año]	71.334,61	80.689,65	48.043,12	49.180,43	20.476,49	147.697,87	417.422,17
Consumo total[kWh/año]	99.210,60	114.124,80	85.545,70	96.002,80	37.879,80	188.532,60	621.296,30
Factura sin PPA [€/año]	12.083,85 €	12.953,16 €	10.924,19 €	11.069,12 €	3.825,86 €	21.360,74 €	72.216,93 €
Factura con PPA [€/año]	11.058,01 €	12.000,26 €	9.322,83 €	9.650,40 €	3.547,41 €	20.205,12 €	65.784,04 €
Ahorro [€/año]	1.025,84 €	952,90 €	1.601,36 €	1.418,72 €	278,45 €	1.155,62 €	6.432,89 €

Tabla 15: Ahorro anual de la instalación de 159,5 kWp con tarifa PPA

El precio de la electricidad por periodo de la ETSIME se ha estimado haciendo un promedio de los precios por periodos a lo largo del último año, reflejados en las facturas. Con estas consideraciones, se observa que el ahorro anual es de 6.432,89 €, que es un ahorro considerable, especialmente si se tiene en cuenta que el cliente no se hace cargo de la inversión de la instalación, por lo que proporciona beneficios desde el primer año. Además, de dicho ahorro no es necesario descontar mantenimientos, ya que tienden a incluirse en los contratos *Power Purchase Agreement*.

4. CONCLUSIONES FINALES

A la vista de los resultados y de los análisis económicos, se considera de manera objetiva que ambas instalaciones tienen una alta rentabilidad pese a las dificultades presentadas por la naturaleza de la ETSIME, tanto en estructura como en consumo.

Desde un punto de vista técnico y económico, la instalación de 99 kWp resulta la más eficiente. Su reducido tamaño permite un aprovechamiento casi total de toda la energía producida, y una inversión necesaria menor. Aunque el porcentaje de energía autoconsumida sobre el total es más bajo, sigue siendo suficiente para generar un ahorro anual promedio de 20.000 €, que permite recuperar la inversión en un plazo menor de cinco años. Además, se le podría implementar también un modelo de financiación PPA que permitiría cubrir los costos en un largo plazo, pero ello implicaría una reducción en su rentabilidad.

En cuanto a la instalación de mayor dimensión, supone una inversión mayor y menor rentabilidad, aunque puede ser mejorada considerablemente con la opción de acogerse a un régimen de venta de excedentes que debe ser contemplada. Además, la posibilidad de poder financiarlo mediante un contrato PPA representaría un ahorro desde el primer año sin tener que hacer frente a grandes inversiones, si bien es cierto que el ahorro final en el consumo pasados los 25 años de vida de la instalación son menores.

Concluyendo con una reflexión personal, la Universidad Politécnica de Madrid se distinguió como la primera universidad española en ofrecer un grado en Ingeniería de la Energía en el año 2011. La ETSIME, como pionera en el ámbito nacional, debe mantenerse a la vanguardia incorporando una instalación que sirva de modelo para la transición energética que nuestro país tanto necesita actualmente.

La universidad no debe ser únicamente el lugar donde se adquieren los conocimientos, sino también el escenario donde poder aplicarlos por primera vez. Tener acceso directo para observar, analizar y gestionar una infraestructura similar a las que el alumnado encontrará en su futuro profesional es crucial para enfrentarse al mercado laboral tan competitivo que vivimos actualmente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [47] EXTREMADURA EMPRESARIAL (2023): "El TIR y el VAN, una herramienta para analizar proyectos". Disponible en: https://www.extremaduraempresarial.es/blog_escuela/el-tir-van-una-herramienta-para-analizar-proyecto/
- [48] DELOITTE (2021): "US renewable energy transition". Disponible en: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/us-renewable-energy-transition.html>
- [49] LAZARD (2022): "Lazard's Levelized Cost of Storage Version 7.0". Disponible en: <https://www.lazard.com/media/42dnsswd/lazards-levelized-cost-of-storage-version-70-vf.pdf>
- [50] INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE) (sin fecha especificada): "Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo". Disponible en: <https://www.idae.es/publicaciones/guia-profesional-de-tramitacion-del-autoconsumo>
- [51] ESENERGIA (2024): "Contrato PPA". Disponible en: <https://esenergia.es/contrato-ppa/>

Distribuidores:

- JA Solar 550W (JAM72S30-550/MR): <https://elalmacenfotovoltaico.com/es/paneles-solares/605-ja-solar-550w-jam72s30-550mr-monocristalino-perc.html>
- Inversor Huawei SUN2000 100KTL-M2: https://energytec.es/inversores-solares/40-inversor-huawei-sun2000-100ktl-m2.html?gad_source=1
- Inversor Huawei SUN2000-50KTL-M3 50kW: https://www.teknosolar.com/inversor-huawei-sun2000-50ktl-m3-50kw/?gad_source=1
- Cable ZZ-F(AS) 1,8 kV 1x6 mm²: <https://autosolar.es/cable-unifilar/cable-unifilar-6-mm2-solar-pv-zz-f-negro>

- Cable 1x95 mm² RZ1-K 0,6/1 KV 16,25€: <https://www.ilumitec.es/cable-unipolar-libre-halogenos-95-mm2-rz1k>
- Cable 1x50mm² RV-k 0,6 1KV 9,95€:
<https://eriacomponentes.es/comprar/cable-rv-k-820201005009203/>
- Soporte Inclinado para Cubierta Plana 29H 10°/15° - Horizontal-Sunfer:
https://bricoelige.com/soporte-inclinado-para-cubierta-plana-29h-10-15-horizontal-sunfer#/100-numero_filas-1/115-inclinacion-10/116-numero_modulos-2
- SOLARBLOC 30°: <https://efectosolar.es/tienda/estructuras/inclinada/solarbloc-30o-cubiertas-y-superficies/?srsltid=AfmBOoovQIM4zBXtIk0kKzOHTdBNuXC8M7zz3-Rui9Ncef9JvdyFIO2o>
- Combinador fotovoltaico Midnite Solar (MNPV6):
<https://es.jbtools.com/midnite-solar-photovoltaic-combiner-enclosure-only-mnpv6/>
- Disyuntor ABB 2P 32A 6KA C 2M S202:
https://www.leroymerlin.es/productos/electricidad-y-domotica/cuadros-electricos/interruptores-automaticos/disyuntor-abb-2p-32a-6ka-c-2m-s202-82175812.html?highlightedOfferCode=a9d16fd3fa3d9cc8605750570af051ca434c9b9f&srsltid=AfmBOopYkgokPW7CSvIxitQ0zishssqcD9rptYjIKNp-1_Az7GzmZ5z3YNk
- Interruptor automático 2P, 100A: https://es.rs-online.com/web/p/interruptores-automaticos-magnetotermicos/2319677?matchtype=&&gad_source=1
- Huawei SmartLogger 3000 A: <https://elalmacenfotovoltaico.com/es/accesorios-inversores/749-huawei-smartlogger-3000-a.html>

**Estudio de Viabilidad de una instalación fotovoltaica en la
Escuela Técnica Superior de Minas y Energía**

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO DEL CONTRATO

El presente pliego tiene como objeto regular las condiciones técnicas para la instalación de una planta fotovoltaica de autoconsumo conectada a la red en el edificio M2 de la Escuela Técnica Superior de Minas y Energía (ETSIME) de la Universidad Politécnica de Madrid.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

2.1. Alcance de la instalación

La instalación contemplará la colocación de módulos fotovoltaicos con una potencia total de 99 kWp y otra alternativa de 159,5 kWp.

La instalación se realizará en la cubierta del edificio M2, seleccionada por su idoneidad en cuanto a superficie y ausencia de sombras significativas.

2.2. Componentes principales

Módulos Fotovoltaicos JA Solar de 550 W (JAM72S30-550/MR). En la instalación de 99 kWp se utilizarán 180 paneles y en la instalación de 159,5 kWp 290.

Inversores: Huawei SUN2000-100KTL-M2 para la instalación de 99 kWp, y se añadirá un inversor Huawei SUN2000-50KTL-M3 para la instalación de 159,5 kWp.

Estructura de soporte: estructura de solar blocks de 30° para a instalación de menor dimensión, y estructura inclinada lastrada de aluminio de 10° para la de mayor instalación, con la posibilidad de sustituirlo por solar blocks de 10°.

Cableado: De acuerdo con la normativa vigente, se utilizarán conductores de cobre con aislamiento adecuado para exteriores.

2.3. Normativa aplicable

El proyecto deberá cumplir con la siguiente normativa estatal y autonómica:

Leyes y Decretos

- **Ley 24/2013, del Sector Eléctrico:** Define el marco normativo general para el sector eléctrico en España, abarcando la generación de energía mediante fuentes renovables.
- **Real Decreto 413/2014:** Define las condiciones técnicas y económicas para estas instalaciones.
- **Real Decreto 900/2015:** Establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas para las modalidades de suministro y producción de energía eléctrica con autoconsumo.
- **Real Decreto 1955/2000:** Reglamenta la transmisión, distribución, comercialización, suministro y los procedimientos de autorización para las instalaciones de energía eléctrica, incluyendo específicamente los requisitos para las instalaciones fotovoltaicas.
- **Real Decreto 244/2019:** Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, definiendo los marcos para las instalaciones de autoconsumo que incluyen las distintas modalidades y la compensación simplificada.
- **Decreto 21/2006 de la Comunidad de Madrid:** Define las normativas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en la Comunidad de Madrid, abarcando requisitos específicos de instalación y mantenimiento.

Normas

- **UNE-EN 62446:** Establece los requisitos para la documentación, puesta en marcha, pruebas y monitorización de sistemas fotovoltaicos.
- **UNE 206007:** Define las características mínimas de diseño y construcción para los módulos fotovoltaicos.

- **UNE-EN 50530:** Establece la normativa sobre la eficiencia máxima permitida para los inversores solares fotovoltaicos.
- **UNE-EN 61730:** Especificaciones de seguridad para módulos fotovoltaicos.
- **UNE-EN 60904:** Establece un conjunto de normas para los métodos de medición de las características eléctricas de los módulos y células fotovoltaicas.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1. Diseño de la instalación

En ambas instalaciones se seguirá la orientación azimuth natural de la cubierta, 3° al oeste respecto al sur. En cuanto a la inclinación, la instalación de 99 kWp se colocará a 30° respecto a la horizontal utilizando una estructura de solar blocks, y la instalación de 159,5 kWp a 10° utilizando una estructura inclinada lastrada SUNFER.

La separación entre los paneles para evitar sombreados será de 1,51 metros en las inclinaciones de 30°, y de 0,52 metros cuando la inclinación sea de 10°.

3.2. Ejecución de los trabajos

Los trabajos se realizarán cumpliendo los plazos indicativos definidos en el cronograma del proyecto, asegurando el mínimo impacto en las actividades académicas de ETSIME.

Se deberá garantizar la seguridad y salud de los trabajadores durante la instalación, cumpliendo con la normativa vigente en prevención de riesgos laborales.

Todos los trabajos relacionados con la instalación deberán realizarse cumpliendo estrictamente con la normativa vigente en materia de seguridad y salud laboral. La empresa contratista será responsable de asegurar que todas las actividades se lleven a cabo bajo condiciones seguras para los trabajadores, respetando las siguientes normativas:

- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- **Real Decreto 171/2004**, de 30 de enero, sobre la coordinación de actividades empresariales.

El contratista deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud (PSS) específico para la instalación fotovoltaica, que deberá incluir, entre otros, los siguientes elementos: identificación de riesgos, medidas preventivas y de protección, formación y capacitación y medidas de emergencia.

El contratista será responsable de garantizar el cumplimiento de todas las disposiciones de seguridad y salud establecidas en este pliego y en la normativa vigente. En caso de incumplimiento, la Dirección de ETSIME se reserva el derecho de paralizar las obras hasta que se restablezcan las condiciones de seguridad adecuadas. Además, cualquier incumplimiento grave o reiterado podrá dar lugar a sanciones contractuales, incluyendo la rescisión del contrato.

4. GARANTÍAS Y MANTENIMIENTO

4.1. Garantías

El fabricante JA SOLAR ofrece una garantía inicial de 12 años para sus módulos, y una degradación anual máxima del 0,55 % durante 25 años.

Huawei ofrece para sus inversores una garantía de 5 años desde la fecha de la instalación, prolongable hasta 20 años dependiendo de las necesidades del cliente. La garantía cubre defectos de material o mano de obra bajo condiciones normales de uso. En caso de fallo, Huawei puede optar por reparar el dispositivo o devolver una parte proporcional al precio de compra.

Para el dispositivo SmartLogger 3000A, se ofrece de igual manera 5 años de garantía, que cubre defectos de fabricación y materiales bajo uso normal y operación.

4.2. Mantenimiento

El presupuesto de mantenimiento es de 1.800 y 2.700 € en las instalaciones de 99 y 159,5 kWp, respectivamente. Este mantenimiento debe incluir una limpieza anual, revisión de las conexiones eléctricas y una inspección visual para comprobar defectos en la estructura, como óxidos y corrosiones.

**Estudio de Viabilidad de una instalación fotovoltaica en la
Escuela Técnica Superior de Minas y Energía**

DOCUMENTO 4: ANEXOS

Anexo A: Consumos eléctricos de la ETSIME

Enero 2024



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid, (Madrid) España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados R2-253

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: 10071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2024
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Calle Ramiro de Maeztu, 7

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: E5002200005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

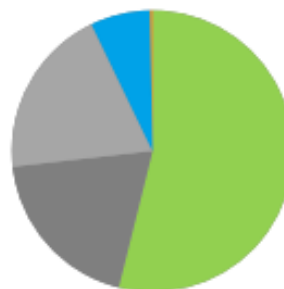
Nº factura: ACC02946/24
Periodo facturación: 01/01/2024 - 31/01/2024
Fecha emisión: 16/02/2024
Fecha vencimiento: 16/04/2024
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	6.487,23
Término de Energía ATR	1.253,25
Término Potencia	1.801,73
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	238,56
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	6.392,65 €
Impuestos aplicados	2.292,52 €
Costes regulados Transporte y Distribución	2.331,65 €
Costes regulados Cargos	817,91 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	9.810,82
IVA (21%)	2.060,27
Importe Total	11.871,09

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
Peajes: Retribución transporte y distribución
Costes regulados (BOE 18/03/21) Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (41,88%).
Actividades del 445/03 (42,51%), Sobrecoste de generación no peninsular (11,32%), Otros costes regulados (0,27%).

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

*En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
*El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los peajes publicados BOE, considerando la Resolución de 27 de diciembre de 2023. El importe de los peajes es de 3.054,90 €, desglosado en: Potencia 1.801,73 €, Energía: 1.253,25 €.
*En virtud del Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre 2023, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,1269632% al 2,5% desde el 1 de enero de 2024.
*Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
*En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 300

Correo Atención al Cliente: comercializadora@energia.green@acciona.com

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.

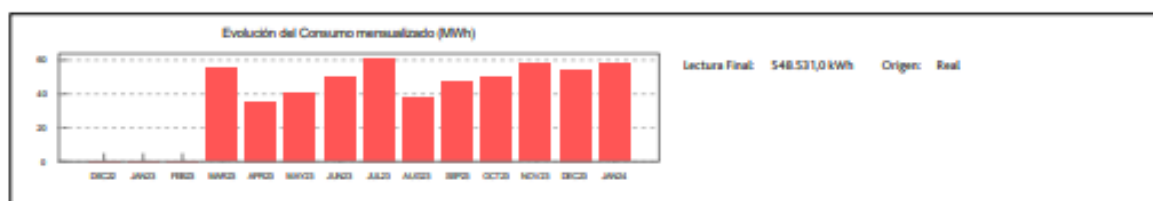
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid, (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/01/24-01/01/24	25.270	15.896				16.761	57.927	
A	p.u	01/01/24-31/01/24	1,189	1,325				1,064		
Sp	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,026229	0,025883				0,025739		
Int	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,000706	0,000745				0,000377		
Mg	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,01026	0,01026				0,01026		
PM1	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,086909	0,084164				0,066909		
PM2	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,08287	0,08287				0,08287		
PagCapacit	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,000619	0,000285				0		
PagOMOS	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,000212	0,000212				0,000212		
Perf	p.u	01/01/24-31/01/24	1,076	1,081				1,103		
Precio1	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,086437	0,085133				0,072242		
Precio2	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,03119	0,029778				0,028478		
ERT	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,027472	0,008498				0,009292		
Total Coste de Energía producto	€	01/01/24-01/01/24	2.972,44	1.826,62				1.688,17		6.487,23
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/01/24-31/01/24	0,035204	0,021531	0,012716	0,008037	0,002712	0,001276		
Total Término de Energía ATR	€	01/01/24-01/01/24	889,61	342,26				21,38		1.253,25
Potencia facturada	kW	01/01/24-31/01/24	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/01/24-31/01/24	24,414407	14,692911	11,328635	9,250764	1,727525	0,9679		
Total término de potencia	€	01/01/24-01/01/24	705,15	424,36	327,2	267,18	49,89	27,95		1.801,73
Energía Reactiva	kVarh	01/01/24-31/01/24	1	0	0	0	0	0		1
Excesos Energía Reactiva	kVarh	01/01/24-31/01/24	0	0	0	0	0	0		0
Precio excesos Energía Reactiva	€/kVarh	01/01/24-31/01/24	0	0	0	0	0	0		0
Total excesos Energía Reactiva	€	01/01/24-01/01/24	0	0	0	0	0	0		0
Potencia contratada	kW	01/01/24-31/01/24	341	341	341	341	341	341		
Potencia máxima demandada	kW	01/01/24-31/01/24	284	244	0	0	0	184		284
Excesos Potencia	kW	01/01/24-31/01/24	0	0	0	0	0	0		0
Precio excesos Potencia	€/kW	01/01/24-31/01/24	0	0	0	0	0	0		0
Total excesos de potencia	€	01/01/24-01/01/24	0	0	0	0	0	0		0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		4.567,2	2.593,24	327,2	267,18	49,89	1.737,5		9.542,21
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		4.567,2	2.593,24	327,2	267,18	49,89	1.737,5		9.542,21
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		114,18	64,83	8,18	6,68	1,25	43,44		238,56
Impuesto Eléctrico	€		114,18	64,83	8,18	6,68	1,25	43,44		238,56
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									9.810,82
IVA (21%)	€									2.060,27
Total	€									11.871,09



Febrero 2024



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid, (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2025
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Calle Ramiro de Maeztu, 7

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: ES0022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.TTD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC05706/24
Período facturación: 01/02/2024 - 29/02/2024
Fecha emisión: 13/03/2024
Fecha vencimiento: 12/05/2024
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	4.524,06
Término de Energía ATR	1.266,59
Término Potencia	1.685,53
Excesos Energía Reactiva	0,00
Excesos Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	186,90
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05
Total Base Imponible	7.693,13
IVA (21%)	1.615,56
Importe Total	9.308,69

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	4.432,25 €
Impuestos aplicados	1.796,15 €
Costes regulados Transporte y Distribución	2.241,34 €
Costes regulados Cargas	802,59 €
Alquiler contador	30,05 €



Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución RIE, retribución OME
Peajes: Retribución transporte y distribución

Costes regulados (RD 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,80%),
Anulidades del déficit (42,51%), Sobrecoste de generación no penalizado (11,32%), Otros costes regulados (0,21%).

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los peajes publicados BDE, considerando la Resolución de 27 de diciembre de 2023. El importe de los peajes es de 2.952,12 €, desglosado en: Potencia: 1.685,53 €, Energía: 1.266,59 €.
- En virtud del Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre 2023, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,11269632% al 2,5% desde el 1 de enero de 2024.
- Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: **900 818 300**

Correo Atención al Cliente: comercializadora@energia.green@acciona.com

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: **900 333 999**



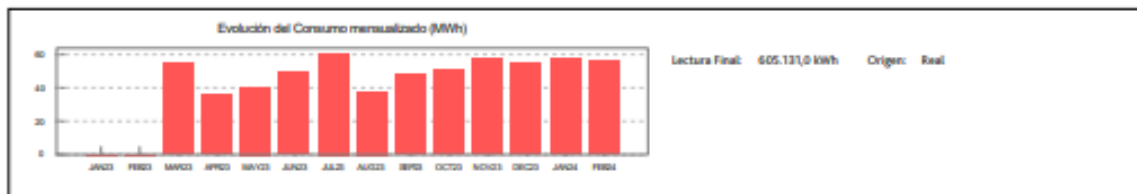
Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo						Total	Importe(€)
			Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6		
Energía Activa consumida	kWh	01/02/24-16/02/24	12.252	7.703				7.331	27.286	
Energía Activa consumida	kWh	16/02/24-29/02/24	13.275	8.504				7.535	29.314	
A	p.u	01/02/24-29/02/24	1,189	1,125				1,064		
Ip	€/kWh	01/02/24-14/02/24	0,026229	0,025883				0,025739		
Ip	€/kWh	15/02/24-29/02/24	0,026144	0,025846				0,025743		
Int	€/kWh	01/02/24-29/02/24	0,000765	0,000793				0,000412		
Mg	€/kWh	01/02/24-29/02/24	0,01026	0,01026				0,01026		
PMD1	€/kWh	01/02/24-29/02/24	0,042565	0,039079				0,037886		
PMD2	€/kWh	01/02/24-29/02/24	0,08287	0,08287				0,08287		
PagCapacit	€/kWh	01/02/24-14/02/24	0,000619	0,000285				0		
PagCapacit	€/kWh	15/02/24-29/02/24	0,000537	0,000247				0		
PagOMCS	€/kWh	01/02/24-14/02/24	0,000212	0,000212				0,000212		
PagOMCS	€/kWh	15/02/24-29/02/24	0,000216	0,000216				0,000216		
Perd	p.u	01/02/24-29/02/24	1,076	1,08				1,097		
Precio1	€/kWh	01/02/24-14/02/24	0,067746	0,063709				0,057354		
Precio1	€/kWh	15/02/24-29/02/24	0,037035	0,034853				0,038884		
Precio2	€/kWh	01/02/24-14/02/24	0,03119	0,029778				0,028478		
Precio2	€/kWh	15/02/24-29/02/24	0,031369	0,029769				0,028479		
RRT	€/kWh	01/02/24-29/02/24	0,009525	0,009186				0,009596		
Total Coste de Energía producto	€	01/02/24-16/02/24	1.212,36	720,13				629,24		2.561,53
Total Coste de Energía producto	€	16/02/24-29/02/24	905,41	549,54				507,58		1.962,53
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/02/24-29/02/24	0,035204	0,021531	0,012716	0,008037	0,002112	0,001276		
Total término de Energía ATR	€	01/02/24-29/02/24	898,66	348,96				18,97		1.266,59
Potencia facturada	kW	01/02/24-29/02/24	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kW/a	01/02/24-29/02/24	24,414407	14,692911	11,328635	9,250764	1,727525	0,9679		
Total término de potencia	€	01/02/24-29/02/24	659,66	396,99	306,09	249,95	46,68	26,16		1.685,53
Energía Reactiva	kVArh	01/02/24-29/02/24	-8,857	-7,398	0	0	0	-22,101		-38,556
Exceso Energía Reactiva	kVArh	01/02/24-29/02/24	0	0	0	0	0	0		0
Precio exceso Energía Reactiva	€/kVArh	01/02/24-29/02/24	0	0	0	0	0	0		0
Total exceso Energía Reactiva	€	01/02/24-29/02/24	0	0	0	0	0	0		0
Potencia contratada	kW	01/02/24-29/02/24	341	341	341	341	341	341		
Potencia máxima demandada	kW	01/02/24-29/02/24	236	204	0	0	0	164		236
Exceso Potencia	kW	01/02/24-29/02/24	0	0	0	0	0	0		0
Precio exceso Potencia	€/kW	01/02/24-29/02/24	0	0	0	0	0	0		0
Total exceso de potencia	€	01/02/24-29/02/24	0	0	0	0	0	0		0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		3.675,89	2.015,62	306,09	249,95	46,68	1.181,95		7.476,18
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3.675,89	2.015,62	306,09	249,95	46,68	1.181,95		7.476,18
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		91,9	50,39	7,65	6,25	1,17	29,55		186,9
Impuesto Eléctrico	€		91,9	50,39	7,65	6,25	1,17	29,55		186,9
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									7.693,13
IVA (21%)	€									1.615,56
Total	€									9.308,69



Marzo 2024



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2025
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Calle Ramiro de Maeztu, 7

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: ES0022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

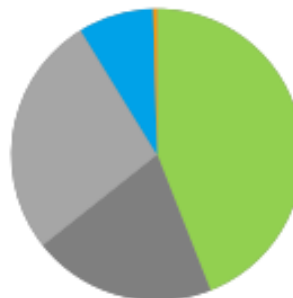
Nº factura: ACC09544/24
Periodo facturación: 01/03/2024 - 31/03/2024
Fecha emisión: 15/04/2024
Fecha vencimiento: 14/06/2024
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	3.170,94
Término de Energía ATR	610,35
Término Potencia	1.801,73
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	212,15
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y márgenes de comercialización	3.101,38 €
Impuestos aplicados	1.429,14 €
Costes regulados Transporte y Distribución	1.893,90 €
Costes regulados Cargas	587,94 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	5.825,22
IVA (21%)	1.223,30
Importe Total	7.048,52

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
Peajes: Retribución transporte y distribución

Costes regulados (RD 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%); Anualidades del déficit (42,31%); Sobrecoste de generación no penalizada (11,32%); Otros costes regulados (0,27%)

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- *En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- **El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los peajes publicados RD, considerando la Resolución de 27 de diciembre de 2023. El importe de los peajes es de 2.412,58 €, desglosado en: Potencia: 1.801,73 €, Energía: 610,35 €.
- *En virtud del Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre 2023, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,1269632% al 3,8% desde el 7 de abril de 2024.
- *Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: **900 818 399**

Correo Atención al Cliente: **comercializadora@energia.green@acciona.com**

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: **900 333 999**



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.

Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-251

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/03/24-31/03/24		19.842	12.783			16.127	48.752	
A	p.u	01/03/24-31/03/24		1,325	1,151			1,064		
Sp	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,025846	0,025627			0,025743		
Int	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,000771	0,000802			0,000848		
Mg	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,01026	0,01026			0,01026		
PMD1	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,023553	0,020471			0,017328		
PMD2	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,08287	0,08287			0,08287		
PagCapacit	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,000247	0,000165			0		
PagCMOS	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,000216	0,000216			0,000216		
Perd	p.u	01/03/24-31/03/24		1,068	1,071			1,088		
Precio1	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,037261	0,035667			0,033422		
Precio2	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,029769	0,030253			0,028479		
RET	€/kWh	01/03/24-31/03/24		0,011377	0,012533			0,013208		
Total Coste de Energía producto	€	01/03/24-31/03/24		1.330,01	842,65			998,28		3.170,94
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/03/24-31/03/24	0,035204	0,021531	0,012716	0,008037	0,002112	0,001276		
Total Término de Energía ATR	€	01/03/24-31/03/24		427,22	162,55			20,58		610,35
Potencia facturada	kW	01/03/24-31/03/24	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/03/24-31/03/24	24,414407	14,692911	11,328635	9,250764	1,727525	0,9479		
Total término de potencia	€	01/03/24-31/03/24	705,15	424,36	327,2	267,18	49,89	27,95		1.801,73
Energía Reactiva	kVAh	01/03/24-31/03/24	0	-10,280	-8,363	0	0	-25,755		-44,398
Excesos Energía Reactiva	kVAh	01/03/24-31/03/24	0	0	0	0	0	0		0
Precio excesos Energía Reactiva	€/kVAh	01/03/24-31/03/24	0	0	0	0	0	0		0
Total excesos Energía Reactiva	€	01/03/24-31/03/24		0	0	0	0	0		0
Potencia contratada	kW	01/03/24-31/03/24	341	341	341	341	341	341		
Potencia máxima demandada	kW	01/03/24-31/03/24	0	240	196	0	0	168		240
Excesos Potencia	kW	01/03/24-31/03/24	0	0	0	0	0	0		0
Precio excesos Potencia	€/kW	01/03/24-31/03/24	0	0	0	0	0	0		0
Total excesos de potencia	€	01/03/24-31/03/24		0	0	0	0	0		0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		705,15	2.181,59	1.332,4	267,18	49,89	1.046,81		5.583,02
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		705,15	2.181,59	1.332,4	267,18	49,89	1.046,81		5.583,02
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		26,8	82,9	50,63	10,15	1,9	39,78		212,15
Impuesto Eléctrico	€		26,8	82,9	50,63	10,15	1,9	39,78		212,15
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									5.825,22
IVA (21%)	€									1.223,3
Total	€									7.048,52



Abril 2024



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28035 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2025
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Calle Ramiro de Maeztu, 7

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: E50022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC13579/24
Periodo facturación: 01/04/2024 - 30/04/2024
Fecha emisión: 14/05/2024
Fecha vencimiento: 13/07/2024
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	2.894,34
Término de Energía ATR	215,06
Término Potencia	1.743,65
Excesos Energía Reactiva	0,00
Excesos Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	184,42
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	2.828,37 €
Impuestos aplicados	1.242,29 €
Costes regulados Transporte y Distribución	1.633,89 €
Costes regulados Cargas	390,79 €
Alquiler contador	30,05 €



Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
Peajes: Retribución transporte y distribución

Costes regulados (BOE 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%); Anualidad del 4460t (42,51%); Sobrecoste de generación no penalizada (11,32%); Otros costes regulados (30,27%).

Total Base Imponible	5.067,52
IVA (21%)	1.064,18
Importe Total	6.131,70

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

*En el término coste de energía se incluyen pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
*El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los peajes publicados BOE, considerando la resolución de 27 de diciembre de 2023. El importe de los peajes es de 1.958,77 €, desglosado en: Potencia: 1.743,65 €, Energía: 215,06 €.
*En virtud del Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre 2023, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,1269632% al 3,8% desde el 7 de abril de 2024.
*Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
*En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 390

Correo Atención al Cliente: comercializadora@energia.green@acciona.com

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999



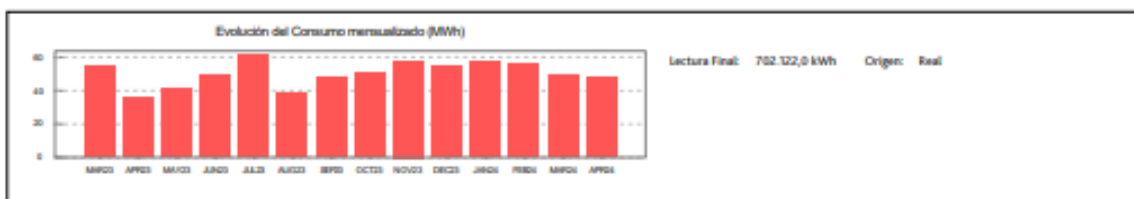
Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. [Madrid]. España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD 255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/04/24-30/04/24				21.064	13.264	13.913	48.241	
A	p.u	01/04/24-30/04/24				1,113	0,969	1,064		
Sp	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,025579	0,025410	0,025743		
Int	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,000828	0,000965	0,000418		
Mg	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,01026	0,01026	0,01026		
PMD1	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,009582	0,011291	0,015031		
PMD2	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,04905	0,04905	0,04905		
PagCapacit	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,000124	0,000124	0		
PagCMCS	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,000216	0,000216	0,000216		
Perd	p.u	01/04/24-30/04/24				1,062	1,049	1,081		
Precio1	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,020078	0,020538	0,023625		
Precio2	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,040086	0,036474	0,038966		
BET	€/kWh	01/04/24-30/04/24				0,016806	0,016285	0,017896		
Total Coste de Energía producto	€	01/04/24-30/04/24				1.267,3	756,21	870,83	2.894,34	
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/04/24-30/04/24	0,035204	0,021531	0,012716	0,008037	0,002712	0,001276		
Total Término de Energía ATR	€	01/04/24-30/04/24				169,29	28,02	17,75	215,06	
Potencia facturada	kW	01/04/24-30/04/24	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/04/24-30/04/24	24,414407	14,692911	11,328635	9,250764	1,727525	0,9679		
Total término de potencia	€	01/04/24-30/04/24	682,4	410,68	316,65	258,57	48,29	27,06	1.743,65	
Energía Reactiva	kVAh	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Exceso Energía Reactiva	kVAh	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Precio exceso Energía Reactiva	€/kVAh	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Total exceso Energía Reactiva	€	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Potencia contratada	kW	01/04/24-30/04/24	341	341	341	341	341	341		
Exceso Potencia	kW	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Precio exceso Potencia	€/kW	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Total exceso de potencia	€	01/04/24-30/04/24	0	0	0	0	0	0	0	
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		682,4	410,68	316,65	1.695,16	832,52	915,64	4.853,05	
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		682,4	410,68	316,65	1.695,16	832,52	915,64	4.853,05	
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		25,93	15,61	12,03	64,42	31,64	34,79	184,42	
Impuesto Eléctrico	€		25,93	15,61	12,03	64,42	31,64	34,79	184,42	
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€								30,05	
Total Base Imponible	€								5.067,52	
IVA (21%)	€								1.064,18	
Total	€								6.131,7	



Mayo 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida Europa, 10
Parque Empresarial La Moraleja
28108 Alcobendas, Madrid, España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2023
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: E5002200005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC15069/23
Periodo facturación: 01/05/2023 - 31/05/2023
Fecha emisión: 16/06/2023
Fecha vencimiento: 15/08/2023
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	4.080,31
Término de Energía ATR	153,55
Mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 10/2022 (*)	0,00
Término Potencia	1.875,36
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	30,55
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	4.025,37 €
Impuestos aplicados	1.379,90 €
Costes regulados Transporte y Distribución	1.700,64 €
Costes regulados Cargas	383,21 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	6.169,82
IVA (21%)	1.295,66
Importe Total	7.465,48

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución RIE, retribución OME
Peajes: Retribución transporte y distribución

Costes regulados (RD 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%);
Anualidad del 4460t (42,51%); Sobrecoste de generación no penalizada (11,32%); Otros costes regulados (0,27%)

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- *En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- **El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos períodos tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 10 de marzo de 2023 y la Orden TSD/1312/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 2.028,97 €, desglosado en: Potencia: 1.875,36 €; Energía: 153,55 €.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,71269632% al 0,5%. Prorrogado en Real Decreto-ley 11/2022 de 26 de junio de 2022.
- *Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 399
Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999

Correo Atención al Cliente: comercializadoraEnergia.Green@acciona.com



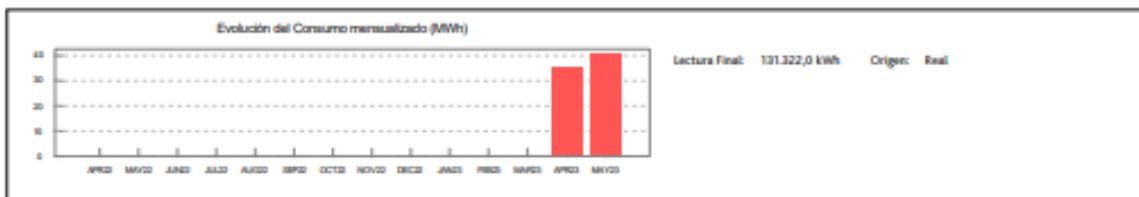
Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Ave. Europa, 10
Parque Empresarial la Moraleja
28108 Alcobendas, Madrid, España

Registro administrativo de Días Buzados, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/05/23-01/05/23				15.808	10.488	14.270	40.566	
Int	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0,000381	0,000389	0		
Mg	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0,01026	0,01026	0,01026		
PMD1	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0,073253	0,066585	0,073959		
PagCapacit	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0,000143	0,000143	0		
PagOMOS	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0,000197	0,000197	0,000197		
Perd	p.u	01/05/23-31/05/23				1,06	1,047	1,075		
RRT	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0,009953	0,010057	0,013751		
Total Coste de Energía producto	€	01/05/23-01/05/23				1.592,01	969,67	1.518,63		4.080,31
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/05/23-31/05/23	0,031341	0,02421	0,011287	0,007054	0,002068	0,001426		
Total Término de Energía ATR	€	01/05/23-01/05/23				111,51	21,69	28,25		153,55
Energía Activa no exenta	kWh	01/05/23-31/05/23				15.808	10.488	14.270	40.566	
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0	0	0		
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/05/23-01/05/23				0	0	0		0
Energía Activa consumida	kWh	01/05/23-31/05/23				15.808	10.488	14.270	40.566	
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/05/23-31/05/23				0	0	0		
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (ii)	€	01/05/23-01/05/23				0	0	0		0
Potencia facturada	kW	01/05/23-31/05/23	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/05/23-31/05/23	22,965215	19,841378	10,327582	8,560662	1,908583	1,148958		
Total término de potencia	€	01/05/23-01/05/23	665,11	574,64	299,11	247,94	55,28	33,28		1.875,36
Energía Reactiva	kVAh	01/05/23-31/05/23	0	0	0	0	0	0	0	
Excesos Energía Reactiva	kVAh	01/05/23-31/05/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio excesos Energía Reactiva	€/kVAh	01/05/23-31/05/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total excesos Energía Reactiva	€	01/05/23-01/05/23	0	0	0	0	0	0		0
Potencia contratada	kW	01/05/23-31/05/23	341	341	341	341	341	341		
Excesos Potencia	kW	01/05/23-31/05/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio excesos Potencia	€/kW	01/05/23-31/05/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total excesos de potencia	€	01/05/23-01/05/23	0	0	0	0	0	0		0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		665,11	574,64	299,11	1.951,46	1.046,64	1.572,26		6.109,22
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		665,11	574,64	299,11	1.951,46	1.046,64	1.572,26		6.109,22
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3,33	2,87	1,5	9,76	5,23	7,86		30,55
Impuesto Eléctrico	€		3,33	2,87	1,5	9,76	5,23	7,86		30,55
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									6.109,82
IVA (21%)	€									1.293,66
Total	€									7.465,48



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 10/2022

- * (*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 10/2022, de 13 de mayo [BOE núm. 175, de 14 de mayo], de conformidad con los importes publicados a efecto (i) por OMIE como operador del mercado (coste ajuste pool) y (ii) por REE (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
- * Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente repercutir el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 10/2022, de 13 de mayo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso la comercializadora ha optado por esta última opción.
- * El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,000000 €/kWh.
- * El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,074208 €/kWh.
- * El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 10/2022, de 13 de mayo se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
- * Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,000000 €/kWh + 0,074208 €/kWh = 0,074208 €/kWh.
- * Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,074208 €/kWh.

Junio 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida Europa, 10
Parque Empresarial la Moraleja
28108 Alcobendas, Madrid, España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2024
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: E50022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC17995/23
Periodo facturación: 01/06/2023 - 30/06/2023
Fecha emisión: 17/07/2023
Fecha vencimiento: 15/09/2023
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	5.956,89
Término de Energía ATR	352,79
Mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.814,85
Excesos Energía Reactiva	0,00
Excesos Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	40,62
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	5.888,50 €
Impuestos aplicados	1.755,30 €
Costes regulados Transporte y Distribución	1.775,13 €
Costes regulados Cargos	460,90 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	8.195,20
IVA (21%)	1.720,99
Importe Total	9.916,19

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución RIE, retribución OME

Peajes: Retribución transporte y distribución

Costes regulados (BOE 18/03/21) Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%); Anualidad del 460€ (47,51%); Sobrecoste de generación no penalizada (11,37%); Otros costes regulados (32,27%)

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- *En el término coste de energía se incluyen pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- **El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos periodos tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 10 de marzo de 2021 y la Orden TED/1312/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 2.167,64 €, desglosado en: Potencia: 1.814,85 €; Energía: 352,79 €.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,71269632% al 0,5%. Prorrogado en Real Decreto-ley 11/2022 de 26 de junio de 2022.
- *Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 399
Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999

Correo Atención al Cliente: comercializadoraEnergia.Green@acciona.com



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Ave. Europa, 10
Parque Empresarial la Moraleja
28108 Alcobendas, Madrid, España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/06/23-30/06/23								
Int	€/kWh	01/06/23-30/06/23		20,602	14,061				34,771	49,434
Mg	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0,000333	0,000151				0	
PMD1	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0,01026	0,01026				0,01026	
PagCapacit	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0,096319	0,092413				0,08936	
PagOMCS	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0,00019	0,000143				0	
Perd	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0,000197	0,000197				0,000197	
RRT	€/kWh	01/06/23-30/06/23		1,056	1,058				1,071	
	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0,008046	0,007677				0,010211	
Total Coste de Energía producto	€	01/06/23-30/06/23		2,535,25	1,664,56				1,757,08	5,956,89
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/06/23-30/06/23	0,031341	0,02421	0,011287	0,007054	0,002068		0,001426	
Total Término de Energía ATR	€	01/06/23-30/06/23		232,53	99,19				21,07	352,79
Energía Activa no exenta	kWh	01/06/23-30/06/23		20,602	14,061				34,771	49,434
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0	0				0	
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/06/23-30/06/23		0	0				0	0
Energía Activa consumida	kWh	01/06/23-30/06/23		20,602	14,061				34,771	49,434
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/06/23-30/06/23		0	0				0	
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (i)	€	01/06/23-30/06/23		0	0				0	0
Potencia facturada	kW	01/06/23-30/06/23	341	341	341	341	341	341	341	
Precio término Potencia	€/kWh	01/06/23-30/06/23	22,965215	19,841178	10,327582	8,560662	1,908583		1,148958	
Total término de potencia	€	01/06/23-30/06/23	643,66	556,09	289,46	299,94	53,5	32,2		1,814,85
Energía Reactiva	kVAh	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso Energía Reactiva	kVAh	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio exceso Energía Reactiva	€/kVAh	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Total excesos Energía Reactiva	€	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Potencia contratada	kW	01/06/23-30/06/23	341	341	341	341	341	341	341	
Exceso Potencia	kW	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio exceso Potencia	€/kW	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Total excesos de potencia	€	01/06/23-30/06/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		643,66	556,09	3,057,24	2,003,89	53,5	1,810,35		8,124,53
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		643,66	556,09	3,057,24	2,003,89	53,5	1,810,35		8,124,53
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3,22	2,78	15,29	10,02	0,27	9,05		40,62
Impuesto Eléctrico	€		3,22	2,78	15,29	10,02	0,27	9,05		40,62
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									8,195,2
IVA (21%)	€									1,720,99
Total	€									9,916,19



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 3/2023

- (*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, de conformidad con los importes publicados al efecto (i) por OMIE como operador del mercado (coste ajuste pool) y (ii) por REE (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
- Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente repercutir el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso la comercializadora ha optado por esta última opción.
- El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,000000 €/kWh.
- El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,093022 €/kWh.
- El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
- Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,000000 €/kWh + 0,093022 €/kWh = 0,093022 €/kWh.
- Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,093022 €/kWh.

Julio 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD-253

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: 10071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2024
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: E50022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC20559/23
Periodo facturación: 01/07/2023 - 31/07/2023
Fecha emisión: 16/08/2023
Fecha vencimiento: 15/10/2023
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: E565-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	8.489,13
Término de Energía ATR	1.223,85
Mecanismo Ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.875,36
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	57,94
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	8.391,54 €
Impuestos aplicados	2.503,66 €
Costes regulados Transporte y Distribución	2.367,56 €
Costes regulados Cargos	829,24 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	11.676,33
IVA (21%)	2.452,03
Importe Total	14.128,36

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución RIE, retribución OME

Peajes: Retribución transporte y distribución

Costes regulados (BOE 18/03/21): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%)
Anulados del déficit (41,31%), Sobrecoste de generación no penalizar (11,32%), Otros costes regulados (0,21%)

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- *En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- **El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos periodos tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 18 de marzo de 2021 y la Orden TIO/1102/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 3.099,21 €, desglosado en: Potencia: 1.875,36 €, Energía: 1.223,85 €.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,1209632% al 0,5%. Prorrogado en Real Decreto-ley 17/2022 de 26 de junio de 2022.
- *Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- *En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 399
Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999

Correo Atención al Cliente: comercializador@energia.greenaccion.com



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28035 Madrid. (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Período comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/07/23-31/07/23	25.360	16.615					38.796	60.771
A	g.u	01/07/23-31/07/23	1,189	1,125					1,064	
Ep	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,025985	0,025638					0,025492	
Int	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,000264	0,000116					0	
Mg	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,01026	0,01026					0,01026	
PMD1	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,095799	0,09133					0,093425	
PMD2	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,12057	0,12057					0,12057	
PagCapacit	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,000619	0,000285					0	
PagMCS	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,000197	0,000197					0,000197	
Perd	g.u	01/07/23-31/07/23	1,06	1,06					1,073	
Precio1	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,060661	0,05827					0,059879	
Precio2	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,084671	0,08064					0,076889	
SBT	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,006244	0,006659					0,009413	
Total Coste de Energía producto	€	01/07/23-31/07/23	3.685,62	2.307,99					2.495,52	8.489,13
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0,031341	0,02421	0,011287	0,007054	0,002068	0,001426		
Total Término de Energía ATR	€	01/07/23-31/07/23	794,8	402,25					26,8	1.223,85
Energía Activa no exenta	kWh	01/07/23-31/07/23	25.360	16.615					18.796	60.771
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0	0					0	
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/07/23-31/07/23	0	0					0	0
Energía Activa consumida	kWh	01/07/23-31/07/23	25.360	16.615					18.796	60.771
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/07/23-31/07/23	0	0					0	
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (ii)	€	01/07/23-31/07/23	0	0					0	0
Potencia facturada	kW	01/07/23-31/07/23	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/07/23-31/07/23	22,965215	19,841378	19,327582	8,560562	1,908583	1,148958		
Total término de potencia	€	01/07/23-31/07/23	665,11	574,64	299,11	247,94	55,28	33,28		1.875,36
Energía Reactiva	kVAh	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso Energía Reactiva	kVAh	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio exceso Energía Reactiva	€/kVAh	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Total exceso Energía Reactiva	€	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Potencia contratada	kW	01/07/23-31/07/23	341	341	341	341	341	341		
Exceso Potencia	kW	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio exceso Potencia	€/kW	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Total exceso de potencia	€	01/07/23-31/07/23	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		5.145,53	3.284,88	299,11	247,94	55,28	2.555,6		11.588,34
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		5.145,53	3.284,88	299,11	247,94	55,28	2.555,6		11.588,34
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		25,73	16,42	1,5	1,24	0,28	12,78		57,94
Impuesto Eléctrico	€		25,73	16,42	1,5	1,24	0,28	12,78		57,94
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									11.676,33
IVA (21%)	€									2.452,03
Total	€									14.128,36



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 3/2023

- * (*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, de conformidad con los importes publicados al efecto (i) por OMIE como operador del mercado (coste ajuste pool) y (ii) por REE (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
- * Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente repercutir el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso su comercializadora ha optado por esta última opción.
- * El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,00000 €/kWh.
- * El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,090469 €/kWh.
- * El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
- * Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,00000 €/kWh + 0,090469 €/kWh = 0,090469 €/kWh.
- * Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,090469 €/kWh.

Agosto 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-251

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2024
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: E50022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Rios Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC22771/23
Periodo facturación: 01/08/2023 - 31/08/2023
Fecha emisión: 14/09/2023
Fecha vencimiento: 13/11/2023
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	5.342,67
Término de Energía ATR	245,23
Mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.875,36
Excesos Energía Reactiva	0,00
Excesos Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	37,32
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	5.290,61 €
Impuestos aplicados	1.632,44 €
Costes regulados Transporte y Distribución	1.750,45 €
Costes regulados Cargos	422,20 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	7.530,63
IVA (21%)	1.581,43
Importe Total	9.112,06

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
Pagos: Retribución transporte y distribución
Costes regulados (RD 18/2012) Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (41,88%)
Actualización del déficit (42,51%), sobrecoste de generación no peninsular (11,32%), Otros costes regulados (3,27%)

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- *En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- **El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos periodos tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 18 de marzo de 2021 y la Orden TED/1312/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 2.120,59 €, desglosado en: Potencia: 1.875,36 €, Energía: 245,23 €.
- **En virtud del Real Decreto-ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,11269632% al 0,5%. Promulgado en Real Decreto-ley 17/2022 de 26 de junio de 2022.
- **Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- **En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 390

Correo Atención al Cliente: comercializadoraEnergia.Green@acciona.com

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados R2-251

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/08/23-31/08/23			13.369	10.531		14.056	37.956	
A	p.u	01/08/23-31/08/23			1,151	1,113		1,064		
Rp	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,025408	0,025353		0,025492		
Int	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,000304	0,000172		0		
Mg	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,01026	0,01026		0,01026		
PM01	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,098469	0,095111		0,093599		
PM02	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,12057	0,12057		0,12057		
PagCapacit	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,00019	0,000143		0		
PagOMOS	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,000197	0,000197		0,000197		
Perd	p.u	01/08/23-31/08/23			1,058	1,06		1,072		
Precio1	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,062619	0,060558		0,060433		
Precio2	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,082062	0,079774		0,076889		
RRT	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0,007722	0,007224		0,007563		
Total Coste de Energía producto	€	01/08/23-31/08/23			1.934,63	1.477,94		1.930,2	5.342,67	
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/08/23-31/08/23	0,031341	0,02421	0,01287	0,007054	0,002068	0,001426		
Total Término de Energía ATR	€	01/08/23-31/08/23			150,9	74,28		20,05	245,23	
Energía Activa no exenta	kWh	01/08/23-31/08/23			13.369	10.531		14.056	37.956	
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0	0		0		
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/08/23-31/08/23			0	0		0	0	
Energía Activa consumida	kWh	01/08/23-31/08/23			13.369	10.531		14.056	37.956	
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/08/23-31/08/23			0	0		0		
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (ii)	€	01/08/23-31/08/23			0	0		0	0	
Potencia facturada	kW	01/08/23-31/08/23	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/08/23-31/08/23	22,965215	19,841178	10,327582	8,560662	1,908583	1,148958		
Total término de potencia	€	01/08/23-31/08/23	665,11	574,64	299,11	247,94	55,28	33,28	1.875,36	
Energía Reactiva	kVAh	01/08/23-31/08/23	0	0	248	245	0	0	493	
Excesos Energía Reactiva	kVAh	01/08/23-31/08/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio excesos Energía Reactiva	€/kVAh	01/08/23-31/08/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total excesos Energía Reactiva	€	01/08/23-31/08/23	0	0	0	0	0	0	0	
Potencia contratada	kW	01/08/23-31/08/23	341	341	341	341	341	341		
Potencia máxima demandada	kW	01/08/23-31/08/23	0	0	144	204	0	68	204	
Excesos Potencia	kW	01/08/23-31/08/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio excesos Potencia	€/kW	01/08/23-31/08/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total excesos de potencia	€	01/08/23-31/08/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		665,11	574,64	2384,64	1.800,06	55,28	1.983,53	7.463,26	
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		665,11	574,64	2384,64	1.800,06	55,28	1.983,53	7.463,26	
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3,33	2,87	11,92	9	0,28	9,92	37,32	
Impuesto Eléctrico	€		3,33	2,87	11,92	9	0,28	9,92	37,32	
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€								30,05	
Total Base Imponible	€								7.530,63	
IVA (21%)	€								1.581,43	
Total	€								9.112,06	



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 3/2023

- (*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, de conformidad con los importes publicados al efecto (i) por OMIE como operador del mercado (coste ajuste pool) y (ii) por REE (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
- Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente respetar el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso su comercializadora ha optado por esta última opción.
- El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,000000 €/kWh.
- El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,096046 €/kWh.
- El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
- Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,000000 €/kWh + 0,096046 €/kWh = 0,096046 €/kWh.
- Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,096046 €/kWh.

Septiembre 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.

Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato:	I0071108-20221222-203
Titular contrato:	Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente:	Q2818015F
Dirección Fiscal cliente:	Calle Ramiro de Maeztu, 7 28040 Madrid Madrid
Fecha finalización contrato:	31/12/2024
CNAE:	8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS:	ES0022000005731837NV
Nombre suministro:	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y
Tarifa:	6.1TD
Dirección suministro:	Calle Ríos Rosas, 21 28003 Madrid Madrid
Nº contrato ATR:	104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura:	ACC25607/23
Periodo facturación:	01/09/2023 - 30/09/2023
Fecha emisión:	13/10/2023
Fecha vencimiento:	12/12/2023
Forma de pago:	Transferencia
Nº IBAN:	ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:	
Tipo de factura:	F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	6.942,69
Término de Energía ATR	326,67
Mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-Ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.814,85
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	45,42
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

■ Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	6.876,66 €
■ Impuestos aplicados	1.962,64 €
■ Costes regulados Transporte y Distribución	1.758,10 €
■ Costes regulados Cargos	449,45 €
■ Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	9.159,68
IVA (21%)	1.923,53
Importe Total	11.083,21

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución RIE, retribución OME
Peajes: Retribución transporte y distribuciónCostes regulados (RD 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (61,88%),
Anualidades del déficit (42,51%), sobrecoste de generación no renovable (11,32%), Otros costes regulados (5,27%).

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- * En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- ** El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos periodos tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 18 de marzo de 2021 y la Orden TID/1312/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 2.141,52 €, desglosado en: Potencia: 1.814,85 €, Energía: 326,67 €.
- ** En virtud del Real Decreto-Ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,11269632% al 0,5%. Prorrogado en Real Decreto-Ley 17/2022 de 26 de junio de 2022.
- ** Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- ** En virtud del Real Decreto-Ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 300

Correo Atención al Cliente: comercializadora@energia.greenacciona.com

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999

Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid), España



Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados. RD-251

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo						Total	Importe(€)
		comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5		
Energía Activa consumida	kWh	01/09/23-30/09/23			18.511	13.463	15.954	47.928	
A	p.u	01/09/23-30/09/23			1,151	1,113		1,064	
Ip	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,025408	0,025353		0,025492	
Int	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,001167	0,001206		0	
Mg	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,01026	0,01026		0,01026	
PHD1	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,106573	0,098233		0,098961	
PHD2	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,12057	0,12057		0,12057	
PagCapacit	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,00019	0,000143		0	
PagOMCS	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,000197	0,000197		0,000197	
Perd	p.u	01/09/23-30/09/23			1,057	1,058		1,072	
Precio1	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,067723	0,063025		0,063951	
Precio2	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,082092	0,079774		0,078899	
RRT	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0,008454	0,006813		0,008795	
Total Coste de Energía producto	€	01/09/23-30/09/23			2.773,22	1.922,51		2.246,96	6.942,69
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/09/23-30/09/23	0,031341	0,02421	0,011287	0,027054	0,002058	0,001426	
Total Término de Energía ATR	€	01/09/23-30/09/23	208,94	94,97				22,76	326,67
Energía Activa no exenta	kWh	01/09/23-30/09/23			18.511	13.463		15.954	47.928
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0	0		0	
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/09/23-30/09/23			0	0		0	0
Energía Activa consumida	kWh	01/09/23-30/09/23			18.511	13.463		15.954	47.928
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/09/23-30/09/23			0	0		0	
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (ii)	€	01/09/23-30/09/23			0	0		0	0
Potencia facturada	kW	01/09/23-30/09/23	341	341	341	341	341	341	
Precio término Potencia	€/kW/a	01/09/23-30/09/23	22,965215	19,841178	10,127582	8,560662	1,908583	1,148958	
Total término de potencia	€	01/09/23-30/09/23	643,66	556,09	289,46	239,94	53,5	32,2	1.814,85
Energía Reactiva	kVArh	01/09/23-30/09/23	0	0	98	144	0	0	242
Exceso Energía Reactiva	kVArh	01/09/23-30/09/23	0	0	0	0	0	0	0
Precio exceso Energía Reactiva	€/kVArh	01/09/23-30/09/23	0	0	0	0	0	0	
Total exceso Energía Reactiva	€	01/09/23-30/09/23	0	0	0	0	0	0	0
Potencia contratada	kW	01/09/23-30/09/23	341	341	341	341	341	341	
Potencia máxima demandada	kW	01/09/23-30/09/23	0	0	176	196	0	92	196
Exceso Potencia	kW	01/09/23-30/09/23	0	0	0	0	0	0	0
Precio exceso Potencia	€/kW	01/09/23-30/09/23	0	0	0	0	0	0	
Total exceso de potencia	€	01/09/23-30/09/23	0	0	0	0	0	0	0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		643,66	556,09	3.271,62	2.257,42	53,5	2.301,92	9.084,21
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		643,66	556,09	3.271,62	2.257,42	53,5	2.301,92	9.084,21
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3,22	2,78	16,36	11,29	0,27	11,51	45,42
Impuesto Eléctrico	€		3,22	2,78	16,36	11,29	0,27	11,51	45,42
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€								30,05
Total Base Imponible	€								9.159,68
IVA (21%)	€								1.923,53
Total	€								11.083,21



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 3/2023

(*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, de conformidad con los importes publicados al efecto (i) por OME como operador del mercado (coste ajuste pool) y (ii) por REE (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
 Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente repercutir el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso la comercializadora ha optado por esta última opción.
 El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,000000 €/kWh.
 El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,103340 €/kWh.
 El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
 Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,000000 €/kWh + 0,103340 €/kWh = 0,103340 €/kWh.
 Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,103340 €/kWh.

Octubre 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.

Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato:	I0071108-20221222-203
Titular contrato:	Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente:	Q2818015F
Dirección Fiscal cliente:	Calle Ramiro de Maeztu, 7 28040 Madrid Madrid
Fecha finalización contrato:	31/12/2024
CNAE:	8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS:	ES0022000005731837NV
Nombre suministro:	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y
Tarifa:	6.1TD
Dirección suministro:	Calle Ríos Rosas, 21 28003 Madrid Madrid
Nº contrato ATR:	104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura:	ACC28330/23
Periodo facturación:	01/10/2023 - 31/10/2023
Fecha emisión:	15/11/2023
Fecha vencimiento:	14/01/2024
Forma de pago:	Transferencia
Nº IBAN:	ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:	
Tipo de factura:	F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	7.322,50
Término de Energía ATR	193,92
Mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-Ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.875,36
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	46,96
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	7.253,71 €
Impuestos aplicados	2.029,30 €
Costes regulados Transporte y Distribución	1.735,26 €
Costes regulados Cargos	402,81 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	9.468,79
IVA (21%)	1.988,45
Importe Total	11.457,24

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución RIE, retribución OME
Peajes: Retribución transporte y distribuciónCostes regulados (RD 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (41,88%),
Anualidades del déficit (42,51%), sobrecoste de generación no periodizar (11,02%), Otros costes regulados (3,27%)

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- * En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- ** El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos periodos tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 10 de marzo de 2021 y la Orden TED/1312/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 2.069,28 €, desglosado en: Potencia: 1.875,36 €, Energía: 193,92 €.
- ** En virtud del Real Decreto-Ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,10269632% al 0,5%. Prorrogado en Real Decreto-Ley 17/2022 de 26 de junio de 2022.
- ** Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
- ** En virtud del Real Decreto-Ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Averías 24h: 900 818 300

Correo Atención al Cliente: comercializador@energia.Green@acciona.com

Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/10/23-31/10/23				20.047	13.615	17.070	50.732	
A	p.u	01/10/23-31/10/23				1,113	0,969	1,064		
Bp	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,025353	0,025195	0,025492		
Int	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,001129	0,001177	0		
Mg	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,01026	0,01026	0,01026		
PMD1	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,093774	0,085523	0,087664		
PMD2	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,133	0,133	0,133		
PagCapacit	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,000143	0,000143	0		
PagOMDS	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,000197	0,000197	0,000197		
Pord	p.u	01/10/23-31/10/23				1,057	1,046	1,076		
Precio1	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,064309	0,058206	0,060499		
Precio2	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,086691	0,077036	0,083502		
RAT	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0,014604	0,01279	0,013337		
Total Coste de Energía producto	€	01/10/23-31/10/23				3.023,09	1.841,31	2.458,1		7.322,5
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/10/23-31/10/23	0,031341	0,02421	0,011287	0,007054	0,002068	0,001426		
Total Término de Energía ATR	€	01/10/23-31/10/23				141,42	28,36	24,34		193,92
Energía Activa no exenta	kWh	01/10/23-31/10/23				20.047	13.615	17.070	50.732	
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0	0	0		
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/10/23-31/10/23				0	0	0		0
Energía Activa consumida	kWh	01/10/23-31/10/23				20.047	13.615	17.070	50.732	
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/10/23-31/10/23				0	0	0		
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (i)	€	01/10/23-31/10/23				0	0	0		0
Potencia facturada	kW	01/10/23-31/10/23	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/10/23-31/10/23	22,965215	19,841178	10,327582	8,560662	1,508583	1,148958		
Total término de potencia	€	01/10/23-31/10/23	665,11	574,64	299,11	247,94	55,28	33,28		1.875,36
Energía Reactiva	kVAh	01/10/23-31/10/23	0	0	0	18	12	0	30	
Excesos Energía Reactiva	kVAh	01/10/23-31/10/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio excesos Energía Reactiva	€/kVAh	01/10/23-31/10/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total excesos Energía Reactiva	€	01/10/23-31/10/23	0	0	0	0	0	0		0
Potencia contratada	kW	01/10/23-31/10/23	341	341	341	341	341	341		
Potencia máxima demandada	kW	01/10/23-31/10/23	0	0	0	196	360	104	196	
Excesos Potencia	kW	01/10/23-31/10/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio excesos Potencia	€/kW	01/10/23-31/10/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total excesos de potencia	€	01/10/23-31/10/23	0	0	0	0	0	0		0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		665,11	574,64	299,11	3.412,45	1.924,75	2.515,72		9.391,78
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		665,11	574,64	299,11	3.412,45	1.924,75	2.515,72		9.391,78
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3,33	2,87	1,5	17,06	9,62	12,58		46,96
Impuesto Eléctrico	€		3,33	2,87	1,5	17,06	9,62	12,58		46,96
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									9.468,79
IVA (21%)	€									1.988,45
Total	€									11.457,24



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 3/2023

- (*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, de conformidad con los importes publicados al efecto (i) por OME como operador del mercado (coste ajuste pool) y (ii) por REE (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
- Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente repercutir el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso su comercializadora ha optado por esta última opción.
- El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,000000 €/kWh.
- El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,090031 €/kWh.
- El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
- Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,000000 €/kWh + 0,090031 €/kWh = 0,090031 €/kWh.
- Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,090031 €/kWh.

Noviembre 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid. (Madrid). España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: R2-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato: I0071108-20221222-203
Titular contrato: Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente: Q2818015F
Dirección Fiscal cliente: Calle Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid
Madrid
Fecha finalización contrato: 31/12/2024
CNAE: 8543

Universidad Politécnica de Madrid

Ramiro de Maeztu

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS: ES0022000005731837NV
Nombre suministro: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
y
Tarifa: 6.1TD
Dirección suministro: Calle Ríos Rosas, 21
28003 Madrid
Madrid
Nº contrato ATR: 104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura: ACC30844/23
Periodo facturación: 01/11/2023 - 30/11/2023
Fecha emisión: 14/12/2023
Fecha vencimiento: 12/02/2024
Forma de pago: Transferencia
Nº IBAN: ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:
Tipo de factura: F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	7.973,17
Término de Energía ATR	816,04
Mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.814,85
Exceso Energía Reactiva	0,00
Exceso Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	53,02
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura	
Coste de producción de electricidad y márgenes de comercialización	7.889,36 €
Impuestos aplicados	2.291,01 €
Costes regulados Transporte y Distribución	2.054,52 €
Costes regulados Cargas	650,18 €
Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	10.687,13
IVA (21%)	2.244,30
Importe Total	12.931,43

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
Peajes: Retribución transporte y distribución
Costes regulados (RD 18/2012): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%); Anualidades del déficit (42,31%); Sobrecoste de generación no penalizada (11,32%); Otros costes regulados (0,27%).

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

*En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
*El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los nuevos peajes y según los nuevos precios tarifarios de los términos de energía y de potencia establecidos por la Circular 3/2020, la Resolución de 18 de marzo de 2021 y la Orden TTD/1312/2022, de 23 de diciembre. El importe de los nuevos peajes es de 2.630,89 €, desglosado en: Potencia: 1.814,85 €, Energía: 816,04 €.
*En virtud del Real Decreto-ley 17/2021, de 14 de septiembre, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,11209632% al 0,5%. Prorrogado en Real Decreto-ley 17/2022 de 26 de junio de 2022.
*Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cierre C2.
*En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.
Número de teléfono Atención al Cliente y Averías: **900 838 390** Correo Atención al Cliente: comercializadoraEnergia.Green@acciona.com
Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: **900 333 990**



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.
Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid, (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados RD-255

Página 2/3

DETALLE DE FACTURA

Concepto	Unidades	Periodo comprendido	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Total	Importe(€)
Energía Activa consumida	kWh	01/11/23-01/11/23		25.167	16.212			16.667	58.046	
A	p.u	01/11/23-30/11/23		1,125	1,151			1,064		
Bp	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,025638	0,025408			0,025492		
Int	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0	0			0		
Mg	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,01026	0,01026			0,01026		
PHD1	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,073445	0,073559			0,05568		
PHD2	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,133	0,133			0,133		
PagCapacit	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,000285	0,00019			0		
PagCMOS	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,000197	0,000197			0,000197		
Pend	p.u	01/11/23-30/11/23		1,07	1,07			1,089		
Precio1	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,052588	0,053739			0,044067		
Precio2	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,087632	0,089246			0,083502		
RRT	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0,013309	0,015221			0,014426		
Total Coste de Energía producto	€	01/11/23-01/11/23		3.528,92	2.318,07			2.126,18		7.973,17
Precio término de Energía ATR	€/kWh	01/11/23-30/11/23	0,031341	0,02421	0,011287	0,007054	0,002068	0,001426		
Total Término de Energía ATR	€	01/11/23-01/11/23		609,3	182,98			23,76		816,04
Energía Activa no exenta	kWh	01/11/23-30/11/23		25.167	16.212			16.667	58.046	
Precio Ajuste Pool	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0	0			0		
Ajuste Pool - Limitación precio gas (i)	€	01/11/23-01/11/23		0	0			0		0
Energía Activa consumida	kWh	01/11/23-30/11/23		25.167	16.212			16.667	58.046	
Precio Ajuste restricciones	€/kWh	01/11/23-30/11/23		0	0			0		
Ajuste Restricciones - Limitación precio gas (ii)	€	01/11/23-01/11/23		0	0			0		0
Potencia facturada	kW	01/11/23-30/11/23	341	341	341	341	341	341		
Precio término Potencia	€/kWh	01/11/23-30/11/23	22,965215	19,841178	10,327582	8,560662	1,908583	1,148958		
Total término de potencia	€	01/11/23-01/11/23	643,66	556,09	289,46	239,94	53,5	32,2		1.814,85
Energía Reactiva	kVarh	01/11/23-30/11/23	0	0	0	0	0	0	0	
Exceso Energía Reactiva	kVarh	01/11/23-30/11/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio exesos Energía Reactiva	€/kVarh	01/11/23-30/11/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total exesos Energía Reactiva	€	01/11/23-01/11/23	0	0	0	0	0	0		0
Potencia contratada	kW	01/11/23-30/11/23	341	341	341	341	341	341		
Exceso Potencia	kW	01/11/23-30/11/23	0	0	0	0	0	0	0	
Precio exesos Potencia	€/kW	01/11/23-30/11/23	0	0	0	0	0	0	0	
Total exesos de potencia	€	01/11/23-01/11/23	0	0	0	0	0	0		0
Total Base Imponible Impuesto Eléctrico	€		643,66	4.694,31	2.790,51	239,94	53,5	2.182,14		10.604,06
Base Imponible Impuesto Eléctrico sin reducción	€		643,66	4.694,31	2.790,51	239,94	53,5	2.182,14		10.604,06
Importe Impuesto Eléctrico sin reducción	€		3,22	23,47	13,95	1,2	0,27	10,91		53,02
Impuesto Eléctrico	€		3,22	23,47	13,95	1,2	0,27	10,91		53,02
Alquiler equipos medida y servicio de lectura	€									30,05
Total Base Imponible	€									10.687,13
IVA (21%)	€									2.244,3
Total	€									12.931,43



INFORMACIÓN REAL DECRETO-LEY 3/2023

- * (*) Importe de la energía asociada al mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, de conformidad con los importes publicados al efecto (i) por OMIE como operador del mercado [coste ajuste pool] y (ii) por RRT (coste ajuste restricciones técnicas) como operador del sistema.
- * Las comercializadoras en mercado libre pueden elegir voluntariamente repercutir el importe de la energía asociada a la compensación del mecanismo ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, dentro de sus costes de aprovisionamiento, o bien trasladarlo de forma diferenciada a sus consumidores. En este caso la comercializadora ha optado por esta última opción.
- * El precio medio del ajuste pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,000000 €/kWh.
- * El precio medio del mercado mayorista pagado por la demanda en el último mes natural completo es 0,063446 €/kWh.
- * El efecto reductor del precio mayorista provocado por el mecanismo de ajuste regulado en el Real Decreto-ley 3/2023, de 28 de marzo, se calcula como la diferencia entre el precio resultante con mecanismo de ajuste y el precio que se habría producido si no se hubiera implementado. El efecto reductor del último mes natural es:
- * Precio resultante con la aplicación del mecanismo: 0,000000 €/kWh + 0,063446 €/kWh = 0,063446 €/kWh.
- * Precio que se habría producido si no se hubiera implementado el mecanismo de ajuste: 0,063446 €/kWh.

Diciembre 2023



Acciona Green Energy Developments, S.L.U.

Avenida de la Gran Vía de Hortaleza, 1
28033 Madrid, (Madrid), España

Registro administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados: RD-255

Página 1/3

(ver detalle en páginas siguientes)

DATOS CONTRATO

Nº contrato:	I0071108-20221222-203
Titular contrato:	Universidad Politécnica de Madrid
CIF/NIF/NIE cliente:	Q2818015F
Dirección Fiscal cliente:	Calle Ramiro de Maeztu, 7 28040 Madrid Madrid
Fecha finalización contrato:	31/12/2024
CNAE:	8543

Universidad Politécnica de Madrid

Calle Ramiro de Maeztu, 7

28040 Madrid, Madrid

A/A: Contabilidad

DATOS PUNTO SUMINISTRO

CUPS:	E50022000005731837NV
Nombre suministro:	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y
Tarifa:	6.1TD
Dirección suministro:	Calle Rios Rosas, 21 28003 Madrid Madrid
Nº contrato ATR:	104223030217

DATOS FACTURACIÓN

Nº factura:	ACC00268/24
Periodo facturación:	01/12/2023 - 31/12/2023
Fecha emisión:	12/01/2024
Fecha vencimiento:	12/03/2024
Forma de pago:	Transferencia
Nº IBAN:	ES65-0182-3994-06-0208505577
Nº pedido:	
Tipo de factura:	F

FACTURACIÓN

Concepto	Importe (€)
Coste de Energía	7.615,67
Término de Energía ATR	962,29
Mecanismo Ibérico regulado por el Real Decreto-ley 3/2023 (*)	0,00
Término Potencia	1.875,36
Excesos Energía Reactiva	0,00
Excesos Potencia	0,00
Impuesto Eléctrico	261,33
Alquiler equipos medida y servicios de lectura	30,05

Destino final del importe de la factura

■ Coste de producción de electricidad y margen de comercialización	7.530,61 €
■ Impuestos aplicados	2.511,41 €
■ Costes regulados Transporte y Distribución	2.201,56 €
■ Costes regulados Cargos	721,15 €
■ Alquiler contador	30,05 €



Total Base Imponible	10.744,70
IVA (21%)	2.256,39
Importe Total	13.001,09

Energía: Coste de la energía en el mercado, pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
Peajes: Retribución transporte y distribución.
Costes regulados (RD 18/2013): Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos (45,88%).
Ayudas del déficit (42,51%), subcoste de generación no penalizable (71,32%), otros costes regulados (3,27%).

INFORMACIÓN DE UTILIDAD

- * En el término coste de energía se incluyen: pagos por capacidad, retribución del operador del mercado, retribución del operador del sistema, costes de operación del sistema y margen comercial.
- * El importe de los peajes de acceso ha sido calculado según los peajes publicados BOE, considerando la Resolución de 21 de diciembre de 2023. El importe de los peajes es de 2.837,65 €, desglosado en: Potencia: 1.875,36 €; Energía: 962,29 €.
- * En virtud del Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre 2023, el impuesto especial sobre la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,11269632% al 2,5% desde el 1 de enero de 2024.
- * Precios publicados por Red Eléctrica de España para el cliente C2.
- * En virtud del Real Decreto-ley 17/2022, de 20 de septiembre, se repercute en factura el coste del servicio de respuesta activa de la demanda.

Para cualquier consulta o reclamación sobre esta factura, puede contactar a través del teléfono o correo indicado abajo, o directamente con su gestor comercial.

Número de teléfono Atención al Cliente y Atención 24h: 900 818 390
Número de teléfono de asistencia UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A.24 h: 900 333 999

Correo Atención al Cliente: comercializadoraEnergia.Green@acciona.com

Anexo B: Simulaciones PVsyst
Simulación PVsyst de la instalación de 99 kWp



Version 7.4.8

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: ETSIME kW

Variant: 100 30 grados

No 3D scene defined, no shadings

System power: 99.0 kWp

Rios Rosas PVGIS - Spain

| Author


PVsyst V7.4.8

VC6, Simulation date:
27/07/24 20:24
with V7.4.8

Project: ETSIME kW
Variant: 100 30 grados
Project summary
Geographical Site

Rios Rosas PVGIS
Spain

Situation

Latitude 40.44 °N
Longitude -3.70 °W
Altitude 712 m
Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Weather data

Rios Rosas
Meteonorm 8.1 (1996-2015) - Sintético

System summary
Grid-Connected System

No 3D scene defined, no shadings

PV Field Orientation

Fixed plane
Tilt/Azimuth 30 / 3 °

Near Shadings

No Shadings

User's needs

Unlimited load (grid)

System information
PV Array

Nb. of modules 180 units
Pnom total 99.0 kWp

Inverters

Nb. of units 1 unit
Pnom total 80.0 kWac
Pnom ratio 1.238

Results summary

Produced Energy	170043 kWh/year	Specific production	1718 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	83.45 %
-----------------	-----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7



Project: ETSIME kW

Variant: 100 30 grados

PVsyst V7.4.8VC6, Simulation date:
27/07/24 20:24
with V7.4.8**General parameters**

Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings		
PV Field Orientation			
Orientation		Sheds configuration	Models used
Fixed plane		No 3D scene defined	Transposition Perez
Tilt/Azimuth	30 / 3 °		Diffuse Perez, Meteorom
			Circumsolar separate
Horizon		Near Shadings	User's needs
Free Horizon		No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JAM72-S30-550-MR	Model	GW80K-HT
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	550 Wp	Unit Nom. Power	80.0 kWac
Number of PV modules	180 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	99.0 kWp	Total power	80.0 kWac
Modules	10 string x 18 In series	Operating voltage	200-1000 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>45°C)	88.0 kWac
Pmpp	90.9 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.24
U mpp	684 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	133 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	99 kWp	Total power	80 kWac
Total	180 modules	Max. power	88 kWac
Module area	465 m ²	Number of inverters	1 unit
		Pnom ratio	1.24

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses				
Loss Fraction	1.5 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	85 mΩ			
		Uc (const)	20.0 W/m ² K	Loss Fraction	1.5 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s					
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses				
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	0.0 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP			
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	30°	50°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.953	0.910	0.853	0.725	0.448	0.000



Project: ETSIME kW

Variant: 100 30 grados

PVsyst V7.4.8

VC6, Simulation date:
27/07/24 20:24
with V7.4.8

Main results

System Production

Produced Energy

170043 kWh/year

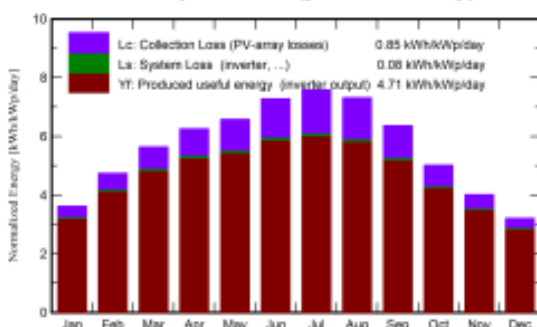
Specific production

1718 kWh/kWp/year

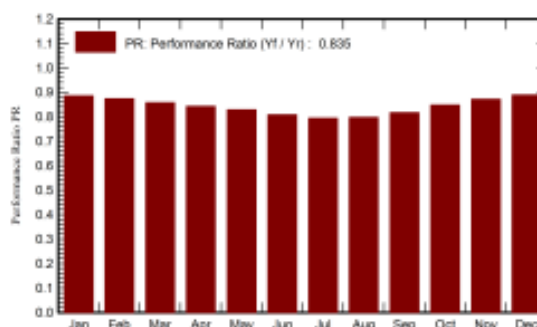
Perf. Ratio PR

83.45 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	66.1	23.64	6.15	112.2	109.5	10001	9837	0.885
February	89.8	26.62	7.43	132.8	129.7	11681	11489	0.874
March	137.9	47.78	10.97	174.9	170.0	15089	14847	0.858
April	171.4	57.33	13.46	187.6	181.9	15917	15655	0.843
May	206.8	71.16	18.41	203.9	197.2	17009	16729	0.829
June	230.4	61.96	24.06	218.4	211.1	17751	17460	0.808
July	243.2	60.56	27.47	235.2	227.3	18789	18480	0.794
August	212.9	52.21	26.88	226.7	219.7	18198	17904	0.798
September	158.3	45.98	21.89	191.0	185.5	15702	15447	0.817
October	112.1	39.71	16.41	155.6	151.6	13263	13051	0.847
November	73.4	25.77	9.77	120.4	117.7	10570	10391	0.872
December	58.1	23.90	6.77	99.4	97.2	8899	8752	0.889
Year	1760.4	536.62	15.86	2058.2	1998.4	172869	170043	0.835

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio



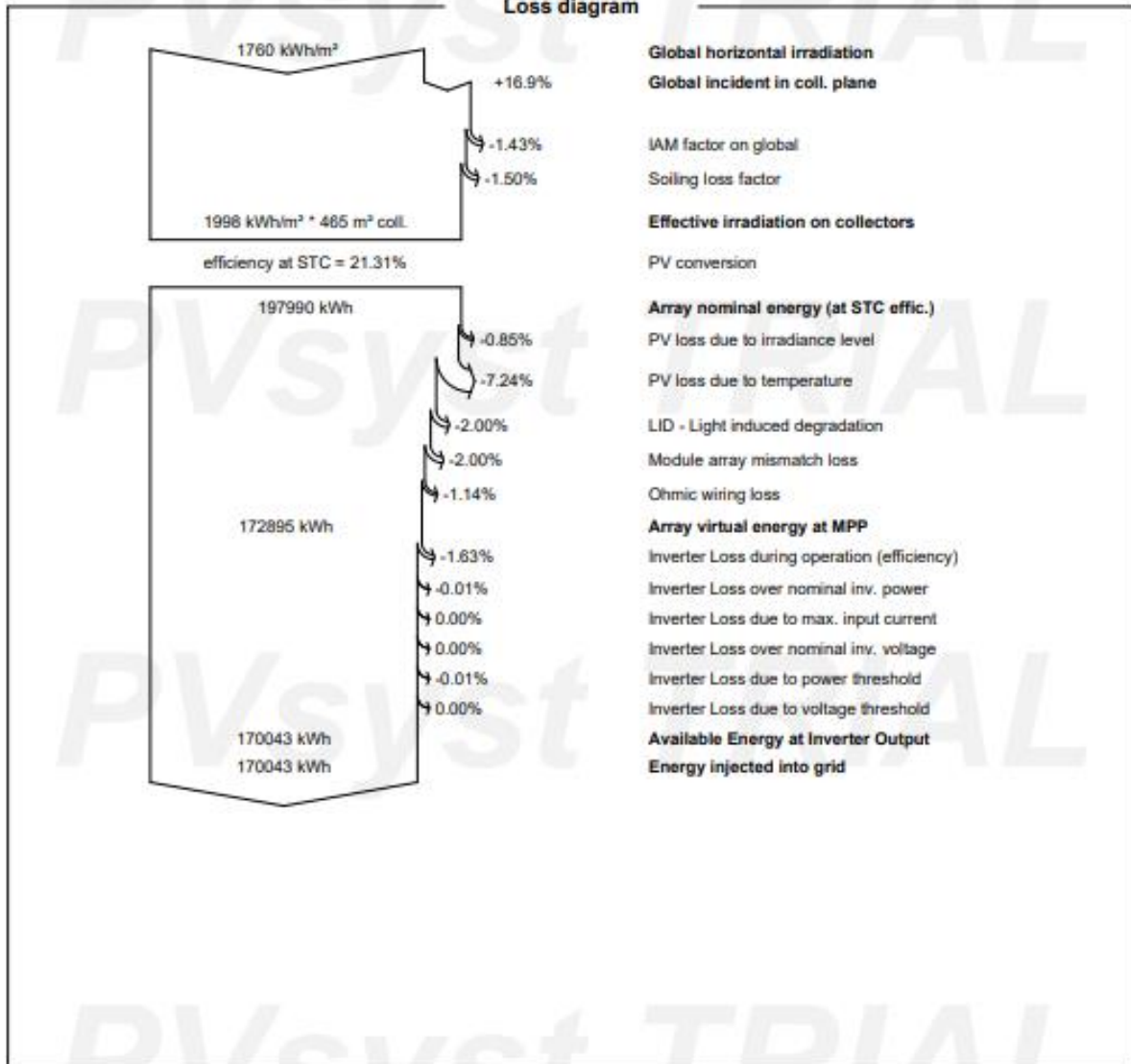
Project: ETSIME kW

Variant: 100 30 grados

PVsyst V7.4.8

VC6, Simulation date:
27/07/24 20:24
with V7.4.8

Loss diagram





Project: ETSIME kW

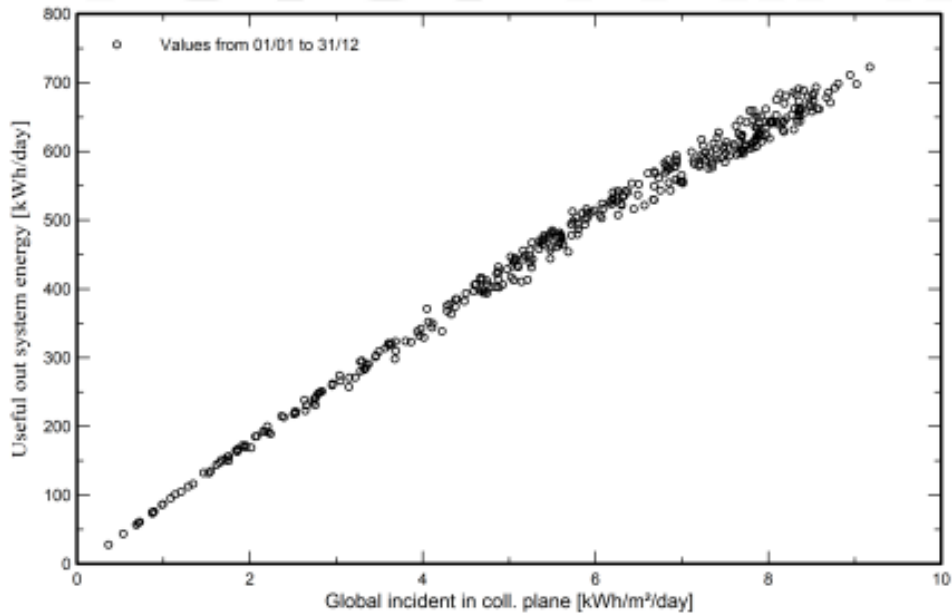
Variant: 100 30 grados

PVsyst V7.4.8

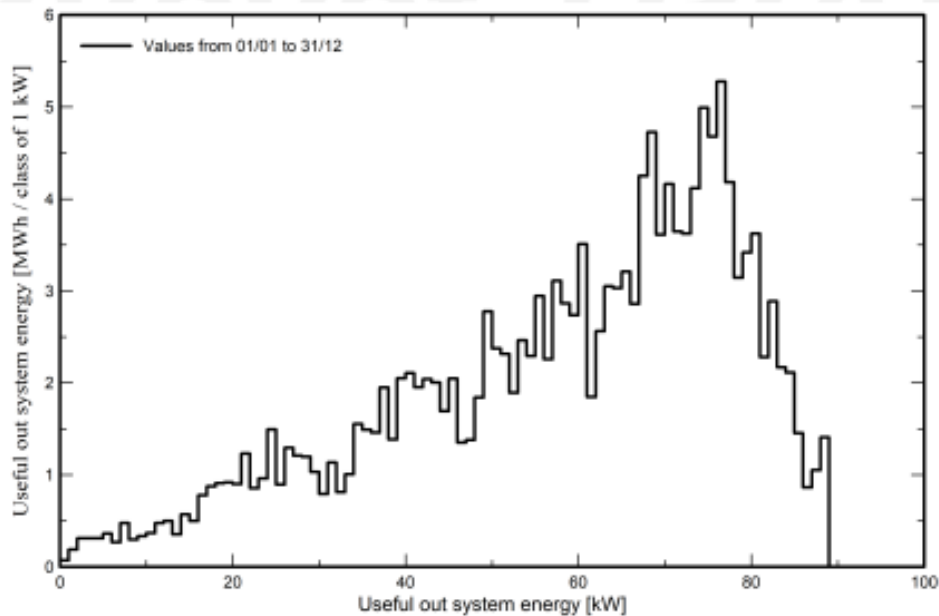
VC6, Simulation date:
27/07/24 20:24
with V7.4.8

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Simulación PVsyst de la instalación de 159,5 kWp

Version 7.4.8

PVsyst - Simulation report**Grid-Connected System**

Project: ETSIME kW

Variant: 159,5 10 grados definitivo

No 3D scene defined, no shadings

System power: 160 kWp

Rios Rosas PVGIS - Spain

| Author


PVsyst V7.4.8

VC5, Simulation date:
27/07/24 20:19
with V7.4.8

Project: ETSIME kW

Variant: 159,5 10 grados definitivo

Project summary

Geographical Site Rios Rosas PVGIS Spain	Situation Latitude 40.44 °N Longitude -3.70 °W Altitude 712 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Weather data Rios Rosas Meteonorm 8.1 (1996-2015) - Sintético		

System summary

Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth 10 / 3 °	Near Shadings No Shadings	User's needs Unlimited load (grid)
System information		
PV Array	Inverters	
Nb. of modules 290 units	Nb. of units 2 units	
Pnom total 160 kWp	Pnom total 146 kWac	
	Pnom ratio 1.092	

Results summary

Produced Energy 253025 kWh/year	Specific production 1586 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 83.20 %
---------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	4
Loss diagram	5
Predef. graphs	6
Single-line diagram	7


PVsyst V7.4.8

 VC5, Simulation date:
 27/07/24 20:19
 with V7.4.8

Project: ETSIME kW

Variant: 159,5 10 grados definitivo

General parameters

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation		Sheds configuration	Models used
Orientation		No 3D scene defined	Transposition Perez
Fixed plane			Diffuse Perez, Meteonorm
Tilt/Azimuth	10 / 3 °		Circumsolar separate
Horizon		Near Shadings	User's needs
Free Horizon		No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	JAM72-S30-550-MR	Model	GW73KLV-HT
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	550 Wp	Unit Nom. Power	73.0 kWac
Number of PV modules	290 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	160 kWp	Total power	146 kWac
Modules	29 string x 10 in series	Operating voltage	200-850 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>25°C)	75.0 kWac
Pmpp	146 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.09
U mpp	380 V	Power sharing within this inverter	
I mpp	385 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	160 kWp	Total power	146 kWac
Total	290 modules	Max. power	150 kWac
Module area	749 m²	Number of inverters	2 units
		Pnom ratio	1.09

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses				
Loss Fraction	1.5 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	16 mΩ			
		Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses				
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	0.0 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP			
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	30°	50°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.953	0.910	0.853	0.725	0.448	0.000


PVsyst V7.4.8

VC5, Simulation date:
27/07/24 20:19
with V7.4.8

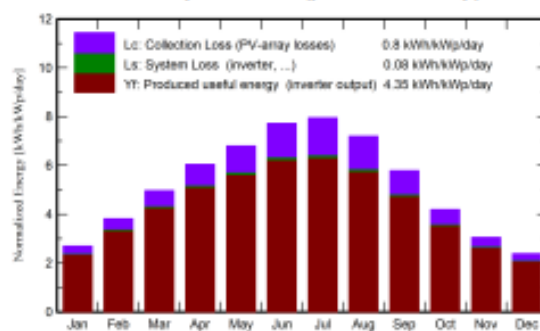
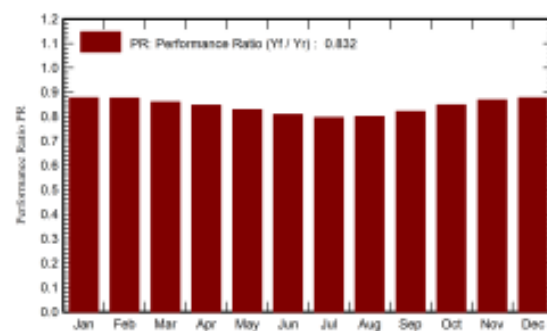
Project: ETSIME kW
Variant: 159,5 10 grados definitivo

Main results
System Production

Produced Energy 253025 kWh/year

Specific production
Perf. Ratio PR

1586 kWh/kWp/year
83.20 %

Normalized productions (per installed kWp)

Performance Ratio PR

Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	ratio
January	66.1	23.64	6.15	83.6	79.9	11921	11693	0.877
February	89.8	26.62	7.43	107.0	103.4	15218	14933	0.875
March	137.9	47.78	10.97	154.1	148.8	21521	21134	0.860
April	171.4	57.33	13.46	181.2	175.4	24929	24473	0.847
May	206.8	71.16	18.41	210.7	203.7	28374	27857	0.829
June	230.4	61.96	24.06	231.6	224.2	30420	29870	0.809
July	243.2	60.56	27.47	246.4	238.7	31859	31281	0.796
August	212.9	52.21	26.88	223.2	216.0	29024	28507	0.801
September	158.3	45.98	21.89	173.7	167.9	23149	22730	0.821
October	112.1	39.71	16.41	129.9	125.3	17882	17558	0.848
November	73.4	25.77	9.77	91.5	87.9	12926	12671	0.868
December	58.1	23.90	6.77	73.8	70.5	10528	10318	0.877
Year	1760.4	536.62	15.86	1906.8	1841.6	257751	253025	0.832

Legends

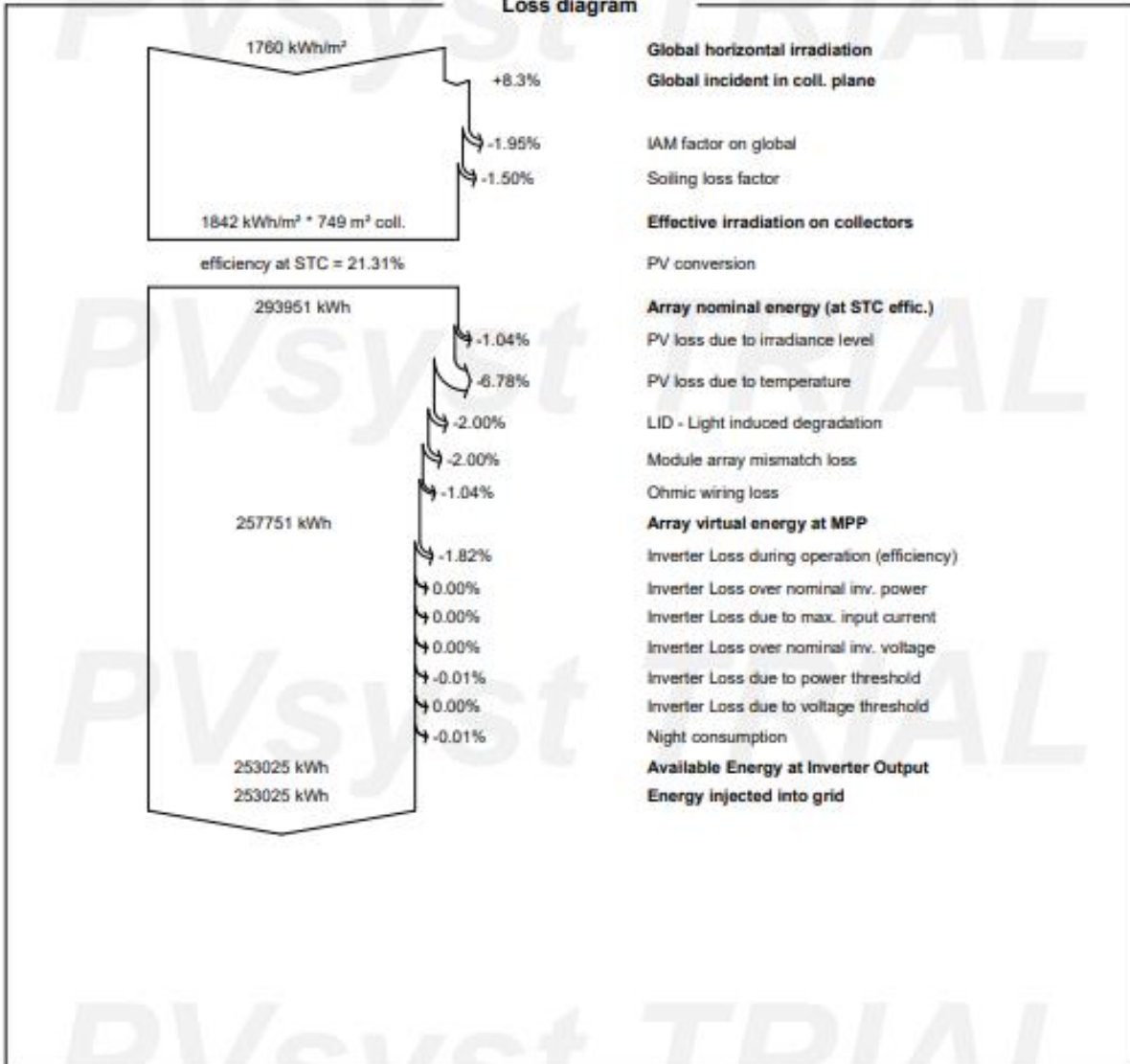
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



Project: ETSIME kW
 Variant: 159,5 10 grados definitivo

PVsyst V7.4.8
 VC5, Simulation date:
 27/07/24 20:19
 with V7.4.8

Loss diagram



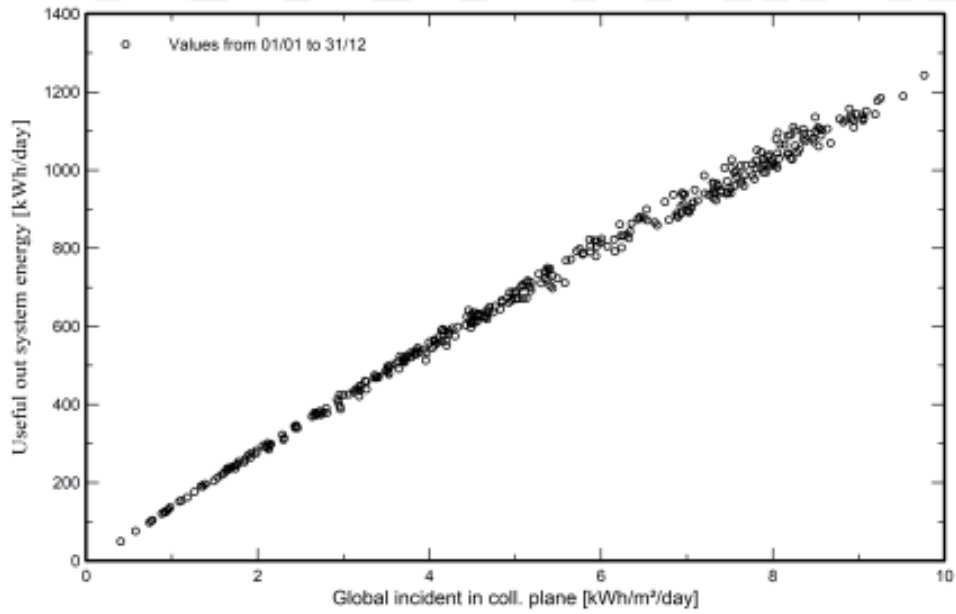


PVsyst V7.4.8
 VCS, Simulation date:
 27/07/24 20:19
 with V7.4.8

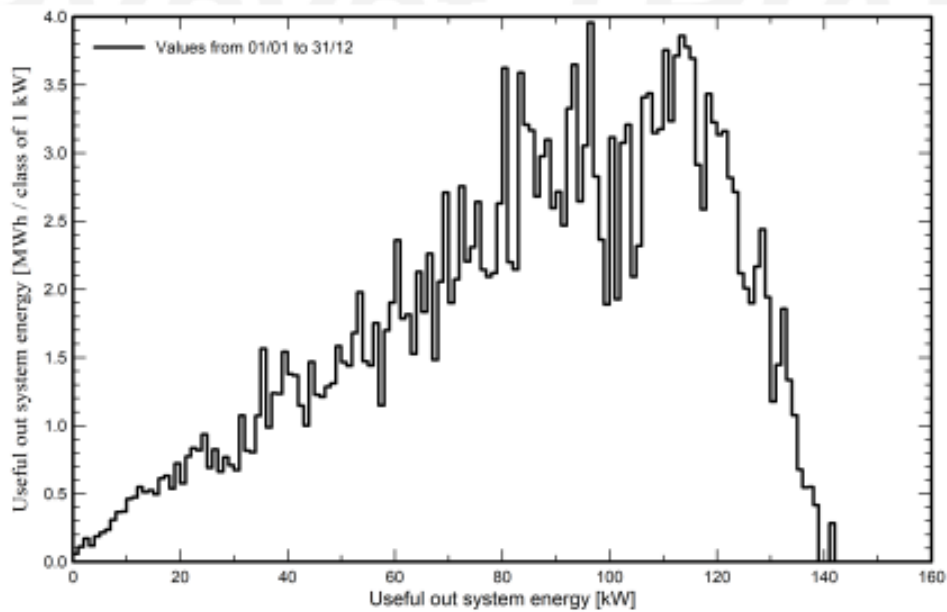
Project: ETSIME kW
 Variant: 159,5 10 grados definitivo

Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



Anexo C: Fichas técnicas

JA SOLAR 550 (JAM72S30)

Harvest the Sunshine

DEEP BLUE 3.0

Mono

555W MBB Half-cell Module
JAM72S30 530-555/MR Series

Introduction

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



Higher output power



Lower LCOE



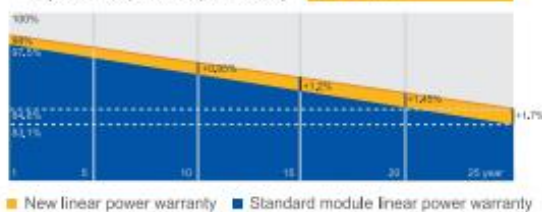
Less shading and lower resistive loss



Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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



Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing



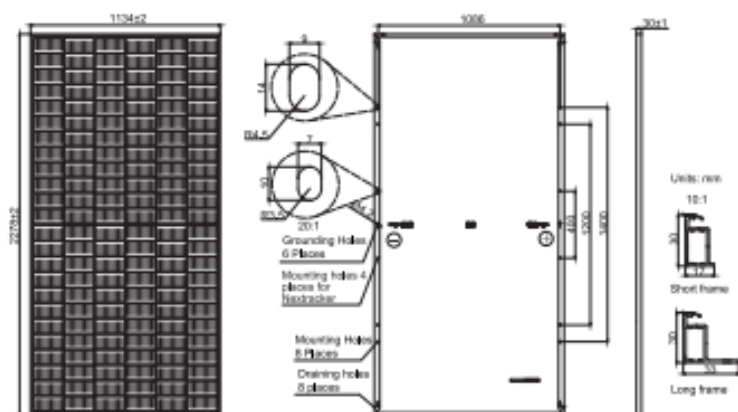
JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	27.8kg
Dimensions	2278±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) / 12 AWG(UL)
No. of cells	144(6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/ QC 4.10-351
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 200mm(+)/300mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-)
Packaging Configuration	36pcs/Pallet 720pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	530	535	540	545	550	555
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.30	49.45	49.60	49.75	49.90	50.02
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.31	41.47	41.64	41.80	41.96	42.11
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.72	13.79	13.86	13.93	14.00	14.07
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.83	12.90	12.97	13.04	13.11	13.18
Module Efficiency [%]	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

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

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S30 -530/MR	JAM72S30 -535/MR	JAM72S30 -540/MR	JAM72S30 -545/MR	JAM72S30 -550/MR	JAM72S30 -555/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	401	405	408	412	416	420
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.18	46.31	46.43	46.55	46.68	46.85
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.57	38.78	38.99	39.20	39.43	39.68
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.01	11.05	11.09	11.13	11.17	11.21
Max Power Current(Imp) [A]	10.39	10.43	10.47	10.51	10.55	10.59
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

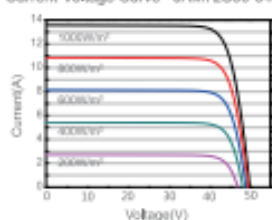
*For NexTracker installations, Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

OPERATING CONDITIONS

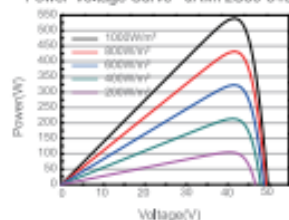
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40 C ~+85 C
Maximum Series Fuse Rating	25A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112lb/ft ²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50lb/ft ²)
NOCT	45±2 C
Safety Class	Class I
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

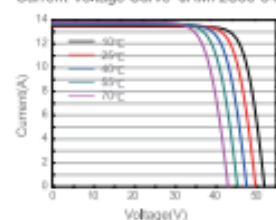
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Huawei SUN2000-100KTL-M2

SUN2000-100KTL-M2 Smart PV Controller



10
MPP Trackers

98.8% (@480V)
Max. Efficiency

String-level
Management

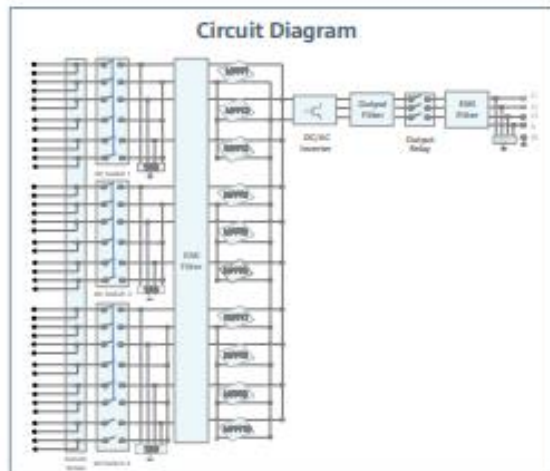
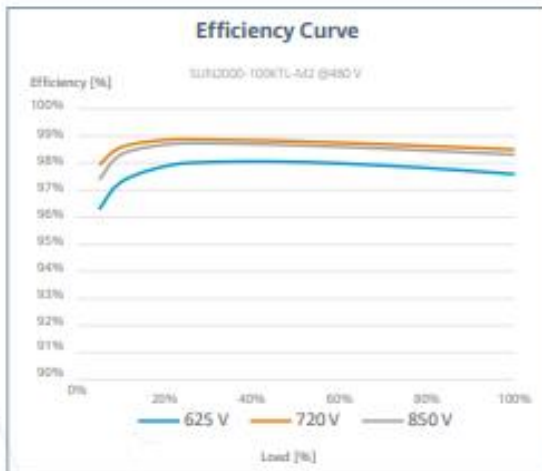
Smart I-V Curve Diagnosis
Supported

MBUS
Supported

Support AFCI &
Smart String Level
Disconnecter

Surge Arresters for
DC & AC

IP66
Protection



SUN2000-100KTL-M2
Technical Specification

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.

Huawei SUN2000-50KTL-M3

SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer



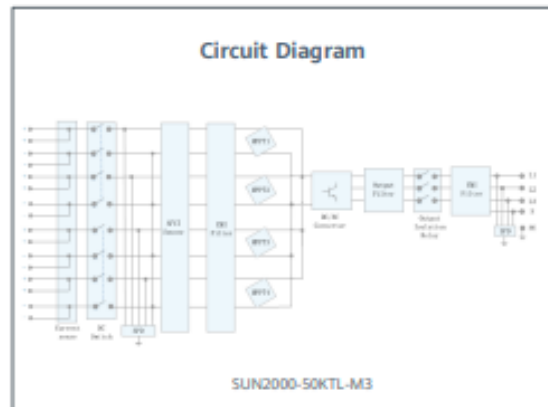
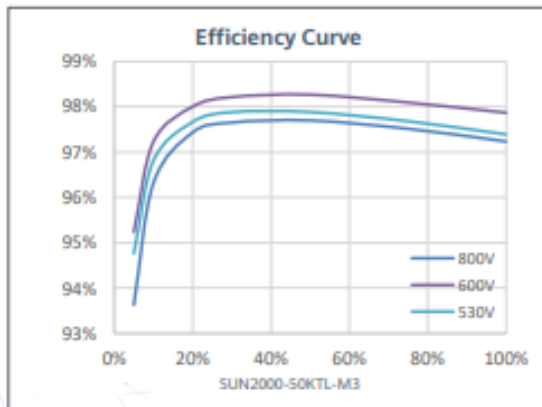
Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



SUN2000-50KTL-M3
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-50KTL-M3
Efficiency	
Max. Efficiency	98.5%
European Efficiency	98.0%
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
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4
Output	
Rated AC Active Power	50,000 W
Max. AC Apparent Power	55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	55,000 W
Rated Output Voltage	400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current	79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ~ 0.8 LD
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
Ripple Receiver Control	Yes
Integrated PID Recovery ³	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (Isolation Transformer required)
Optimizer Compatibility	
DC MBUS Compatible Optimizer	MERC-1100/1300W-P
General Data	
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W
Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

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.

3. SUN2000-50-50KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (PERC, HJT).

4. 50KTL Platform only supports CMI Optimizer(MERC-1100/1300W-P). The current version does not support this function and it can be upgraded to optimizer version via new inverter software version(Dec 20th, 2022). Refer to [HTTP://hvac.hisense.com/](http://hvac.hisense.com/)

SolarBlock 10/30°

SOLARBLOC®  PRETENSADOS DURÁN

1.1

USO DEL SISTEMA SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS

SOLARBLOC® es un sistema patentado para el montaje de módulos solares sobre cubiertas y superficies planas.



El sistema Solarbloc® permite fijar los módulos solares directamente al soporte sin utilizar estructura metálica. Los soportes Solarbloc® se fabrican en nueve grados distintos, 0°, 3°, 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30° y 34°. Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.

Características de Solarbloc®:

- Sistema de montaje FV de un sólo componente.
- Soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón.
- Resistencia y larga durabilidad a los agentes atmosféricos.
- Fijación del panel mediante carril de hormigón incorporado al soporte.
- Elimina la estructura metálica.
- Elimina el proceso de perforado y anclajes a la cubierta.
- Acorta el tiempo de montaje de las instalaciones FV.

Más información en solarbloc.es

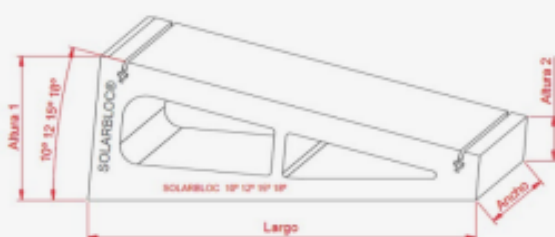
1.4 DATOS TÉCNICOS SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30°, 34°

SOLARBLOC® es un sistema patentado para el montaje de módulos solares sobre cubiertas y superficies planas.

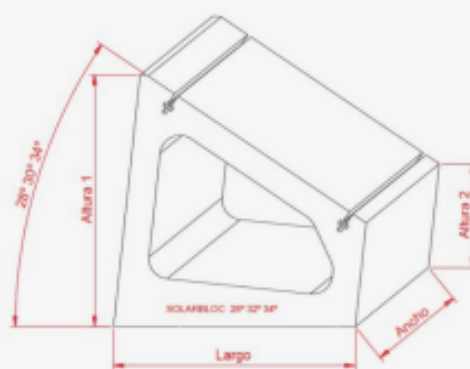
DIMENSIONES Y PESOS SEGÚN LA INCLINACIÓN

Inclinación apoyos

Grupo	Grupo 1				Grupo 2		
Inclinación	10°	12°	15°	18°	28°	30°	34°
Altura 1 (cm)	33,24	34,97	37,47	40,94	56,95	58,94	62,84
Altura 2 (cm)	15,96	14,21	11,54	9,91	26,11	26,03	25,96
Largo (cm)	100,0	100,0	100,06	100,38	60,00	60,04	60,32
Ancho (cm)	16,00	16,00	16,00	16,00	23,50	23,50	23,50
Peso (kg)	60,00	60,00	60,00	60,00	68,00	71,30	77,80
Composición	HM-20						



Grupo 1



Grupo 2

Más información en solarbloc.es

SUNFER 29H 10°

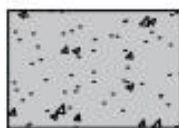
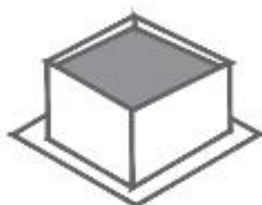
R2-12/23



SUNFER
Solar Mounting Systems
29H



Cubierta plana



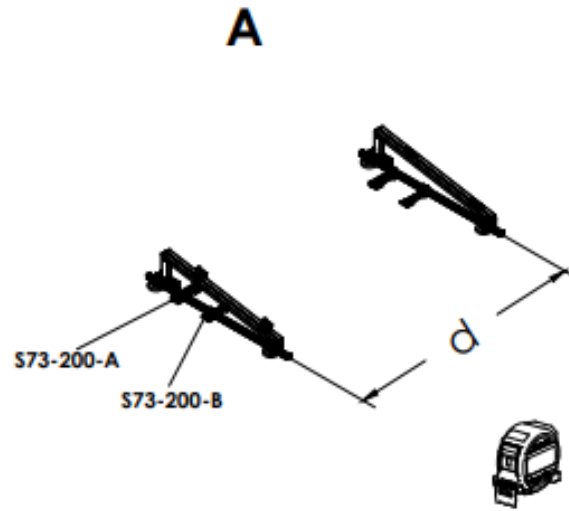
Hormigón

R2-12/23



29H

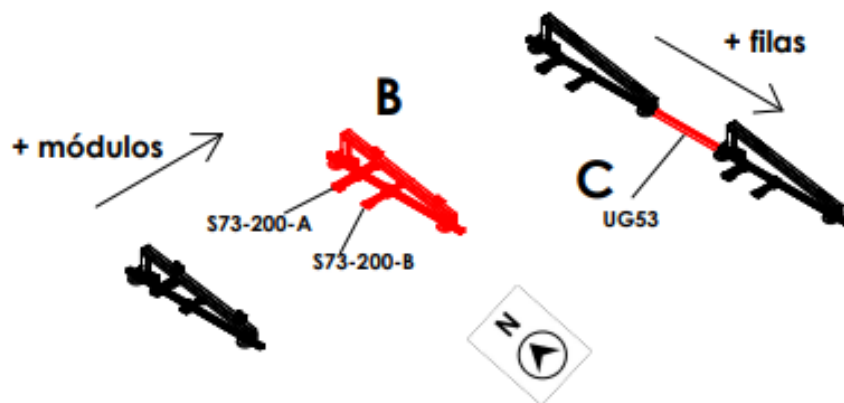
Disposición



d = distancia entre triángulos según el largo de módulo.



D
Tantas D como módulos



Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del producto suministrado.



Certificado ES13/13899

El sistema de gestión de

SUNFER ESTRUCTURAS, S.L.U.

Camí de la Dula, s/n, 46687 Albalat de la Ribera, Valencia

ha sido evaluado y certificado que cumple con los requisitos de

ISO 9001:2015

Para las siguientes actividades

Diseño, fabricación y venta de estructuras de energía solar.

SGS

Este certificado es válido desde 19 de mayo de 2023 hasta 8 de abril de 2025 y su validez está sujeta al resultado satisfactorio de las auditorías de seguimiento.

Edición 6. Certificada con SGS desde 8 de abril de 2013

Expiración del ciclo anterior 8 de abril de 2022

Auditoría de renovación 31 de marzo de 2022

Autorizado por

SGS International Certification Services Iberica, S.A.U.

C/Trespaderne, 29. 28042 Madrid, España

T+34 91 313 8115 - www.sgs.com



Este documento es un certificado electrónico auténtico para el uso comercial del Cliente únicamente. Está permitida la versión impresa del certificado electrónico y se considerará como una copia. Este documento es emitido por la Compañía sujeta a las Condiciones Generales de SGS de los servicios de certificación disponibles en los [términos y condiciones](#) (SGS). Se prestará especial atención sobre las cláusulas de limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción que contiene. Este documento está protegido por derechos de autor y cualquier alteración, falsificación o modificación no autorizada de su contenido o aparición es ilegal.



Certificado ES22/211172

El sistema de gestión de

SUNFER ESTRUCTURAS, S.L.U.

Camí de la Dula, s/n, 46687 Albalat de la Ribera, Valencia

ha sido evaluado y certificado que cumple con los requisitos de

ISO 14001:2015

Para las siguientes actividades

Diseño, fabricación y venta de estructuras de energía solar.

SGS

Este certificado es válido desde 19 de mayo de 2023 hasta 22 de abril de 2025 y su validez está sujeta al resultado satisfactorio de las auditorías de seguimiento.

Edición 2. Certificada con SGS desde 22 de abril de 2022

Autorizado por

SGS International Certification Services Iberica, S.A.U.

C/Trespaderne, 29. 28042 Madrid, España

t +34 91 313 8115 - www.sgs.com



Este documento es un certificado electrónico auténtico para el uso comercial del Cliente únicamente. Está permitida la versión impresa del certificado electrónico y se considerará como una copia. Este documento es emitido por la Compañía sujeta a las Condiciones Generales de SGS de los servicios de certificación disponibles en los términos y condiciones SGS. Se prestará especial atención sobre las cláusulas de limitación de responsabilidad, indemnización y jurisdicción que contiene. Este documento está protegido por derechos de autor y cualquier alteración, falsificación o modificación no autorizada de su contenido o apariencia es ilegal.



Cableado TOP SOLAR



TOPSOLAR® PV H1Z2Z2-K

TÜV solar PV cable.

BASED ON: EN 50618 / IEC 62930 / ULTE C 32-502

DESIGN



Conductor

Class 5 (flexible) tinned copper, based on EN 60228 and IEC 60228.

Insulation

Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber insulation.

Outer sheath

Low smoke zero halogen (LSHF) cross linked rubber outer sheath, red or black colour.

APPLICATIONS

The Topsolar® PV H1Z2Z2-K cable, which is TÜV certified according to IEC 62930 and EN 50618, is suitable for both fixed and mobile solar installations (solar farms, rooftop solar installations and floating plants).

It is a highly flexible cable compatible with all major connectors and specially designed for the connection of photovoltaic panels. This versatile single-conductor cable is designed to meet the varying needs of the solar industry. Suitable for wet, damp and humid locations.

- Solar PV installations - string cable.

PV WIRE ALSO
AVAILABLE



More information at: www.topcable.com





FEATURES

⚡ Electrical performance

Low voltage 1,5/1,5 1kV (1,8) kV DC.
1,0/1,0 kV (U_0/U).

📄 Based on

EN 50618/ IEC 62930 / UTE C 32-502.

🌐 Standards and approvals

TÜV / RETIE / RoHS / CE.

🔗 CPR (Construction Products Regulation)

C_{ca} -s1b, d2, a1.

🌡 Thermal performance

Maximum service temperature: 120°C.
Maximum short-circuit temperature: 250°C (max. 5 s).
Minimum service temperature: -40°C (fixed and protected installations).

🔥 Fire performance

Flame non-propagation based on EN 60332-1 and IEC 60332-1-2.
Fire non-propagation based on EN 50399.
Reaction to fire CPR: C_{ca} -s1b, d2, a1, according to EN 50575.
LSHF (Low Smoke Zero Halogen) based on UNE-EN 60754-1 and IEC 60754-1.
Low smoke emission based on EN 61034 and IEC 61034: Light transmittance > 60%.
Low corrosive gases emission based on UNE-EN 60754-2 and IEC 60754-2.

📏 Mechanical performance

Minimum bending radius: x5 cable diameter.
Impact resistance: AG2 Medium severity.

🧴 Chemical performance

Chemical & Oil resistance: Excellent.
Grease & mineral oils resistance: Excellent.

UV UV Resistant based on EN 50618.

O₃ Ozone resistant based on EN 50618.

💧 Water performance

Water presence: ADB submerged.

🌐 Other

Meter by meter marking.
Estimated lifetime 25 years based on EN 50618.
 Optional: rodent proof and termite proof.

🔧 Installation conditions

Open Air.
Buried.
On conduit.

📦 Packaging

Available in rolls (lengths of 100 m) and reels.

More information at: www.topcable.com

SOLAR CABLES

TOPSOLAR® PV
HIZ222-K



TOPSOLAR® PV
HIZ222-K DUAL



TOPSOLAR® PV
AL 1500 V



TOPSOLAR® PV
AL 2kV PV WIRE





DECLARATION OF PERFORMANCE

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

DoP Nr/ n°: **TC054** Rev.1



Code of the product-type / Código de producto tipo:
TOPSOLAR PV C H1Z2Z2-K

Identification of the product / Identificación del producto de construcción:
H1Z2Z2-K full range according to EN 50618

Intended use/s: / Uso/s previsto/s:
Supply of electricity in buildings and other civil engineering works with the objective of limiting the generation and spread of fire and smoke. Power Cables.

Suministro de electricidad en edificios y otras obras de ingeniería civil con el objetivo de limitar la generación y propagación de fuego y humo. Cables de potencia.

Authorized representative: / Representante autorizado: N/A
System/s of AVCP: / Sistema/s de EVCP: System 1+ / Sistema 1+
Harmonized standard: / Norma armonizada: EN 50575:2014 and EN 50575:2014/A1: 2016
Notified body/ies: / Organismo/s notificado/s: AENOR – 0099

Manufacturer / Fabricante:

TOP CABLE S.A.
Leonardo da Vinci, 1
08191 Rubí (Barcelona) SPAIN
Tel. +34 93 588 09 11
Fax: +34 93 588 04 11
Email: ventas@topcable.com

Notified product certification body issued the Certificate of Constancy of Performances for characteristics of reaction to fire.

Organismo notificado de certificación de producto que ha emitido el Certificado de Constancia de las Prestaciones para las características de reacción al fuego.

Declared performances: / Prestaciones declaradas:

Essential characteristics / Características esenciales

Reaction to fire / Reacción al fuego

Dangerous substances / sustancias peligrosas

Performance / Prestaciones

C_{ca} - s1b, d2, a1

NPD (Non Performance declaration / Prestación no determinada)

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performances. This declaration of performance is issued, in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Las prestaciones del producto identificado anteriormente son conformes con el conjunto de prestaciones declaradas. La presente declaración de prestaciones se emite, de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011, bajo la responsabilidad exclusiva del fabricante arriba identificado.

Signed for and on behalf of the manufacturer by / Firmado por y en nombre del fabricante por:

Felipe DIAZ RUBIO,
Technical Department

Rubí (Barcelona) Spain, 30/04/2020



Huawei SmartLogger 3000A

SmartLogger3000A



Inteligente

Diseño de control de exportación inteligente cero



Seguro

Fácil de instalar en el sitio



Fiable

Protección contra sobretensiones

Especificaciones técnicas	SmartLogger3000A03EU	SmartLogger3000A01EU
Gestión de dispositivos		
Max. Número de dispositivos manejables	80	
Interfaz de comunicación		
WAN	WAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps	
LAN	LAN x 1, 10 / 100 / 1000 Mbps	
RS485	COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps, 1000 m	
MBUS	MBUS x 1, 115.2 kbps, Compatible con PLC	No apoyo
2G / 3G / 4G ¹	LTE (FDD) : B1,B2,B3,B4,B5,B7,B8,B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS : 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz ²	
Entrada / salida digital / analógica	DI x 4, DO x 2, AI x 4	
DO activo	12V, 100mA (conexión con relé, sensor)	
Protocolo de comunicación		
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104	
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645	
Interacción		
LED	LED Indicator x 3 – RUN, ALM, 4G	
WEB	Web incrustada	
USB	USB 2.0 x 1	
APP	Comunicación por WLAN para la puesta en servicio	
Ambiente		
Rango de temperatura de operación	-40°C – 60°C	
Temperatura de almacenaje	-40°C – 70°C	
Humedad relativa (sin condensación)	5% – 95%	
Max. Altitud de operación	4,000 m	
Alimentación		
Fuente de alimentación de CA	100 V – 240 V, 50 Hz / 60 Hz	
Fuente de alimentación de CC	12 V / 24 V	
Consumo de energía	Típico 8 W, Max. 15 W	
Datos generales		
Dimensiones (W x H x D)	225 x 160 x 44 mm (sin orejas de montaje y antena)	
Peso	2 kg	
Grado de protección	IP20	
Opciones de instalación	Montaje en pared, montaje en riel DIN, montaje de mesa	

¹ Al poner dinero de la caja de metal, se necesitó antena externa.

² Para recomendada lista y dígitos de portadores en frecuencia compatibles, póngase en contacto con los distribuidores locales.