




PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 36,3 KWp PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO UBICADA EN LA CUBIERTA DEL COLEGIO EN EL MUNICIPIO DE ENTRENA (LA RIOJA)

EFICEN RESEARCH, S.L., C. Vitoria, nº 17 (bajo) - 26006 Logroño. LA RIOJA. Telf. 941 483 301
tecnico@eficen.com www.eficen.com





PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 36,3 kWp PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO
UBICADA EN LA CUBIERTA DEL COLEGIO EN EL MUNICIPIO DE ENTRENA (LA RIOJA)

Descripción:	Proyecto de instalación fotovoltaica de 36,3 kWp para autoconsumo colectivo ubicada en la cubierta del Colegio en el municipio de Entrena (La Rioja)
Situación:	ENTRENA (LA RIOJA)
Promotor:	NOMBRE: Exmo. Ayuntamiento de Entrena NIF: P2605900F DIRECCIÓN: Plaza San Martín, 1, 26375 Entrena (La Rioja)
Autor:	SORIANO LÁZARO, RAFAEL Ingeniero Técnico Industrial C/ Vitoria, nº 17, Bajo 26005 Logroño (La Rioja) Tel: 941 483 301 Nº Colegiado: 1673  Firmado: Rafael Soriano Lázaro
Fecha:	En Logroño, septiembre de 2025



INDICE

1. DATOS IDENTIFICATIVOS DEL PROYECTO	5
1.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN	5
1.2 TITULAR DE LA INSTALACIÓN	5
2.- ANTECEDENTES	5
3.- OBJETO	5
4.- LEGISLACIÓN	7
5.- DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES SEGÚN RD 244/2019.....	9
6.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES	9
7.- EMPLAZAMIENTO	11
8.- INSTALACION PROPUESTA	11
8.1 CONSUMO Y GENERACIÓN.....	12
9.- COMPONENTES DE LA INSTALACION PROPUESTA	15
10.- PANEL FOTOVOLTAICO.....	16
11.- INVERSORES FOTOVOLTAICOS	18
12.- DIMENSIONAMIENTO DE STRINGS	20
13.- ESTRUCTURA PORTANTE.....	20
14.- APARAMENTA DE CC.....	21
15.- APARAMENTA DE CA.....	21
16.- MEDIOS AUXILIARES	22
17.- CUMPLIMIENTO DEL REBT.....	22
18.- MONITORIZACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA Y CONSUMIDA	23
19.- CABLES DE CONEXIÓN	23
20.- ARMÓNICOS Y FORMA DE ONDA	23
21.- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	24
22.- PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN	24
22.1 PUESTA A TIERRA CC	25
22.2 PUESTA A TIERRA CA	26
23.- ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA	27
24.- EMISIONES EVITADAS	27



25.-	ESPECIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	28
26.-	USO DEL SUELO	28
27.-	CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE OBRA	28
28.-	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATO DE LA OBRA.....	29
29.-	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	29
30.-	PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA.....	29
31.-	PRESUPUESTO	30
32.-	REVISIÓN DE PRECIOS	30
33.-	CONCLUSIÓN.....	30



1. DATOS IDENTIFICATIVOS DEL PROYECTO

Los datos de identificación de las instalaciones son los siguientes:

1.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN

Tipo de Instalación: Instalación Fotovoltaica de 36,3 kWp para autoconsumo colectivo en la cubierta del Colegio en el municipio de Entrena (La Rioja).

Emplazamiento:

- Colegio: C/Escuelas, 2, bajo 26375 Entrena (La Rioja)

1.2 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

- Titular: Exmo. Ayuntamiento de Entrena
- Dirección: Plaza San Martín, nº1
- Código Postal: 26375
- Población: Entrena (La Rioja)
- CIF: P2605900F

2.- ANTECEDENTES

El Ayuntamiento de Entrena pretende el aprovechamiento de varias cubiertas del parque de edificios municipales para llevar a cabo instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo colectivo, con el fin de reducir la factura energética de los suministros eléctricos municipales y promover la generación distribuida.

3.- OBJETO

Definir las actuaciones del proyecto necesario para realizar las instalaciones fotovoltaicas que se instalarán en la cubierta citada anteriormente, tanto a nivel técnico como económico, de manera que pueda ejecutarse con arreglo a la normativa aplicable vigente.



Las instalaciones fotovoltaicas tienen por objeto cubrir parcialmente las necesidades energéticas de los suministros municipales que formarán parte de un autoconsumo colectivo, con una modalidad de autoconsumo con compensación simplificada de excedentes ($P < 100\text{kW}$).

Sus características son las siguientes:

- Instalación de 36,3 kWp (30 kWn), consistente en 66 paneles de 550 W conectados a 1 inversor de 30 kWn de potencia, en orientación SUROESTE (azimut 37°). Esta instalación estará conectada a la salida de la Caja General de Protección, aguas arriba del contador, para dar abastecimiento de autoconsumo a varios suministros municipales cercanos, en modalidad de autoconsumo colectivo a través de red interior acogido a compensación de excedentes.



4.- LEGISLACIÓN

Para la realización del presente Proyecto se han tenido en las siguientes disposiciones existen para este tipo de instalaciones, entre las que destacan:

- REBT e ITC – Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, según Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto y guía de aplicación del mismo, para reformas y nuevas instalaciones.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de Abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 900/2015, de 10 de Octubre de 2015, el cual está casi totalmente derogado por el RD-ley 15/2018 y RD 244/2019, a excepción de sus disposiciones adicionales 1ª (apartados 1 al 4 y 7), 2ª, 5ª y 6ª y la disposición transitoria séptima.
- El Real Decreto-Ley 9/2013, por el que se creó el registro administrativo de autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de Junio, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de Junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 39/1997, por el que se establece la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamentos Prevención Riesgos Laborales, (RD. 485, 486, 487).



- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Eurocódigos:
 - 0: Bases de cálculos de estructuras.
 - 1: Acciones en estructuras.
 - 3: Proyectos de estructuras de acero.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de Octubre por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido”, del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas y Reglamentos particulares de la compañía suministradora IBERDROLA DISTRIBUCION S.A.U., en especial, MT 3.53.01.
- Normas UNE de aplicación y normativa específica vigente.



5.- DEFINICIÓN DE LAS INSTALACIONES SEGÚN RD 244/2019

Se distinguen las siguientes modalidades:

Para esta instalación se propone **autoconsumo en modalidad de autoconsumo colectivo acogido a compensación simplificada de excedentes** ($P \leq 100$ kWn).

6.- DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES

Se procederá a la realización de una instalación fotovoltaica en la cubierta de los siguientes edificios municipales:

- **Colegio:** C/Escuelas, 2, bajo 26375 Entrena (La Rioja)

Esta instalación se empleará para realizar un autoconsumo colectivo de energía renovable en una serie de suministros municipales:

SUMINISTRO	CUPS
Colegio	ES0021000017514523HC
Semáforos 1	ES0021000003785138PW
Semáforos 2	ES0021000003785142PY
Semáforos 3	ES0021000003785448KJ
Semáforos 4	ES0021000010951861TV

Cabe destacar que la distancia de los puntos de consumo al generador no será nunca superior a los 5 kilómetros de distancia que marca la normativa como límite para acogerse a dicha modalidad.



Las actuaciones a realizar son:

- Colocación e instalación de armario de intemperie de acero inoxidable para alojar:
 - Aparamenta de cuadros de continua y alterna.
 - Módulo de contador bidireccional y caja de fusibles.
- Montaje mecánico y cableado de módulos fotovoltaicos.
- Instalación de inversor de 30 kW en local cerrado de cubierta.
- Colocación y conducción de cableado fotovoltaico, que discurrirá por la canalización BT hasta el inversor.
- Conexión de la salida del inversor entre la CGP y el contador de la Escuela, empotrados en el vallado del recinto.
- Instalación y puesta en marcha de Sistema de Monitorización Energética (EMS) para conexión a internet del inversor en el armario exterior.
- Ejecución de revisiones, pruebas y verificaciones de la instalación.
- Legalización de la instalación en la modalidad correspondiente.

7.- EMPLAZAMIENTO

La instalación solar fotovoltaica prevista se desarrollará en la la cubierta del Colegio municipal del término de Entrena, según lo indicado en la imagen:



8.- INSTALACION PROPUESTA

Teniendo en cuenta lo expuesto en el **ANEXO 2. ESTUDIO DE SOMBRAS Y PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN** se propone una instalación fotovoltaica con las siguientes características:

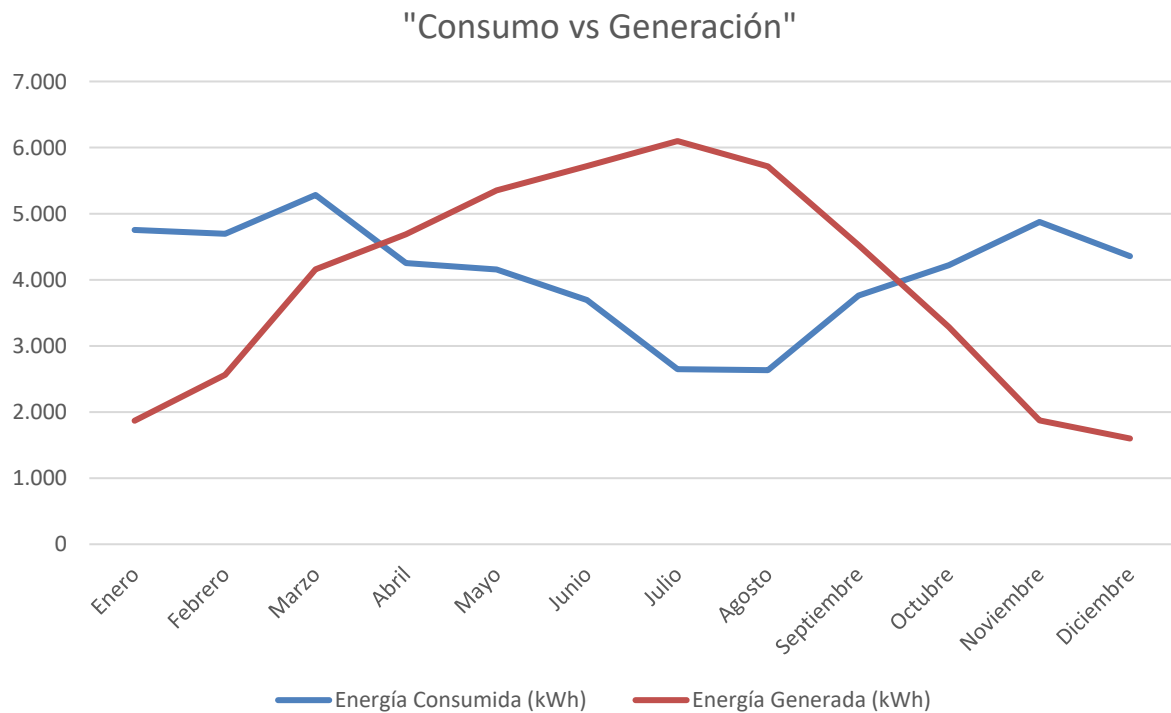
Se trata de una instalación compuesta por 66 paneles de 550 W cada uno, totalizando una potencia pico de 36,3 kWp. Se colocará un inversor de 30kW, que marca la potencia nominal de la instalación. Los módulos se dispondrán inclinados sobre la superficie de la cubierta ligeramente inclinada (aprox. 5º) del Colegio, con un ángulo de 25 grados respecto de la horizontal, siendo el azimut 37º.



8.1 CONSUMO Y GENERACIÓN

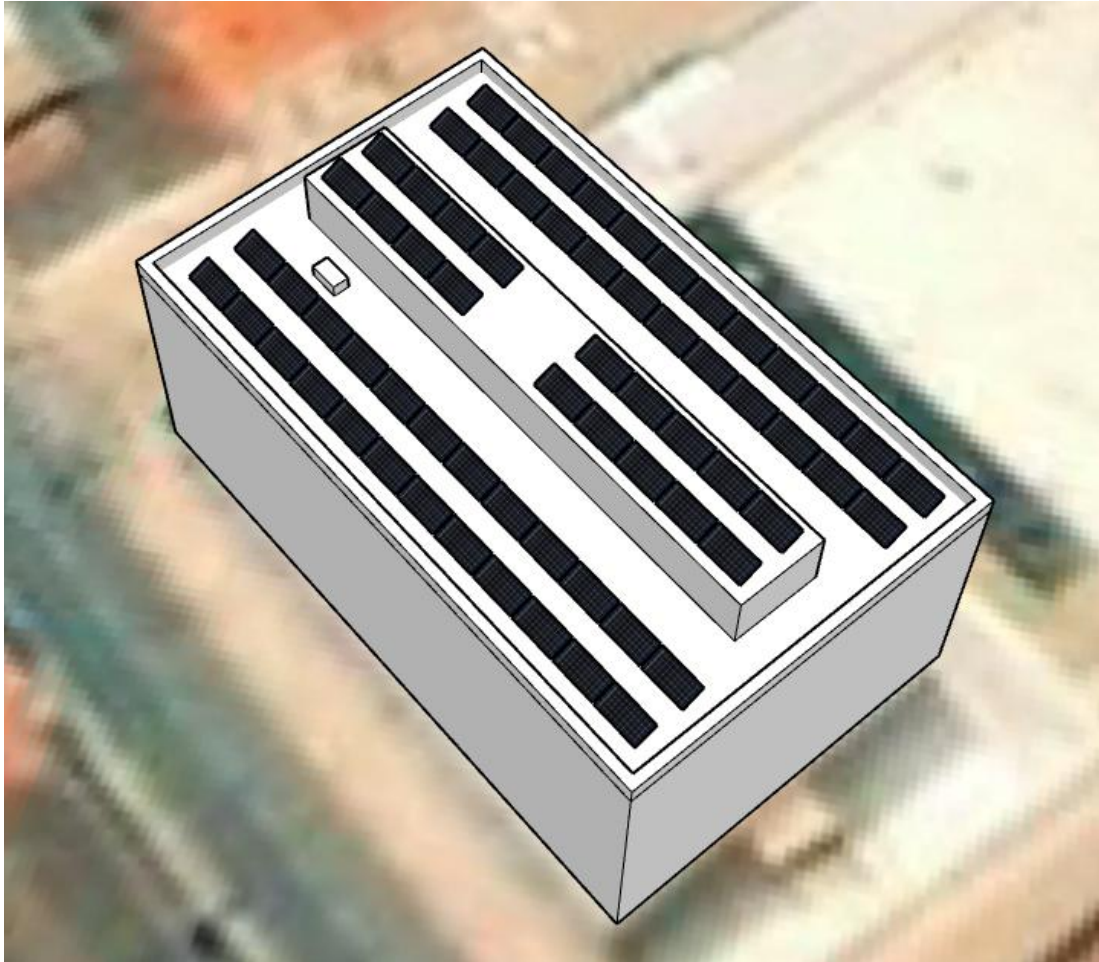
En la siguiente tabla se enfrentan los consumos mensuales combinados de los suministros a los que se dará el servicio de autoconsumo y la generación fotovoltaica prevista para abastecerlos:

Mes	Energía Consumida (kWh)	Energía Generada (kWh)	Energía Autoconsumida (kWh)	Demanda de red (kWh)
Enero	4.755	1.868	1.868	2.887
Febrero	4.695	2.564	2.564	2.132
Marzo	5.283	4.159	4.121	1.162
Abril	4.254	4.690	3.403	851
Mayo	4.156	5.352	3.533	623
Junio	3.694	5.721	3.214	480
Julio	2.649	6.099	2.304	344
Agosto	2.633	5.716	2.291	342
Septiembre	3.763	4.524	2.634	1.129
Octubre	4.223	3.284	3.252	971
Noviembre	4.875	1.872	1.872	3.002
Diciembre	4.359	1.600	1.600	2.759
TOTAL 12 Meses	49.338	47.448	32.654	16.684





La disposición de paneles sobre la cubierta es la siguiente:



De esta manera se obtienen los siguientes resultados:

COSTES TOTALES TÉRMINO ENERGÍA ANUAL (€)				
Coste sin autoconsumo	Coste con autoconsumo	Valoración Excedentes	Coste con Autoconsumo y Comp. Excedentes	Ahorro económico
13.322 €	4.505€	850 €	3.655 €	9.667 €

AHORRO TOTAL	
Ahorro autoconsumo sin excedentes	66%
Ahorro autoconsumo con excedentes	72%
% Energía autoconsumida	69%
% Energía excedentaria	31%

Mediante el autoconsumo directo se consigue un ahorro anual del 66% en la factura del suministro eléctrico. La compensación de excedentes aporta un 6% más de ahorro, resultando en un 72% de ahorro en cómputo global.



9.- COMPONENTES DE LA INSTALACION PROPUESTA

Se describirán brevemente los elementos más importantes de cada instalación:

La instalación proyectada, descontada la parte de obra civil, se compone de los siguientes elementos:

- 66 módulos fotovoltaicos de 550 Wp.
- Estructura metálica inclinada para los módulos fotovoltaicos.
- Armarios de protecciones C.C. y C.A aptos para exterior de acero Inox IP66.
- 1 inversor trifásico C.C. /C.A. 30 kW.
- 1 ud. De conexión Ethernet/WIFI/RS-485 (integrado en el propio inversor).
- 1 ud. De módulos CPM de contadores bidireccionales con caja de fusibles.
- 1 sistema de monitorización energética, tanto de generación como de cargas de usuario.

10.- PANEL FOTOVOLTAICO

Para este proyecto, se establece un panel fotovoltaico con unos mínimos estándares de calidad, que son:

- Silicio monocristalino.
- Célula tipo PERC.
- Protección ambiental y anti PID.
- Garantía de producto de 12 años.
- Garantía de producción de 25 años a rendimiento lineal constante.
- Cumple con las siguientes normas: ISO9001, ISO14001; OHSAS18001.
- Posee marcado CE.
- El fabricante debe estar en la lista TIER 1 de paneles solares.

Para este caso se utilizará un panel solar de alta potencia marca Canadian Solar modelo HiKu6 Mono PERC CS6W-550MS o equivalente, uno de los fabricantes extracomunitarios que encabezan la lista TIER 1, una lista que reúne a los mejores fabricantes de paneles solares en ámbito internacional.

El marco de los paneles será de aluminio, para mejorar la resistencia mecánica y ambiental del panel y viene preparado para las fijaciones estructurales que lo integrarán en la cubierta.

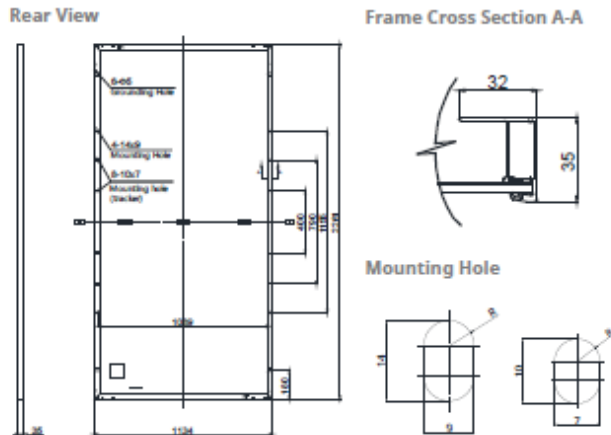
Las dimensiones del panel son 226,1 x 113,4 x 3,5 cm y el peso 27,8 kg.

La potencia del panel es de 550 Wp y su eficiencia de un 21,5%.

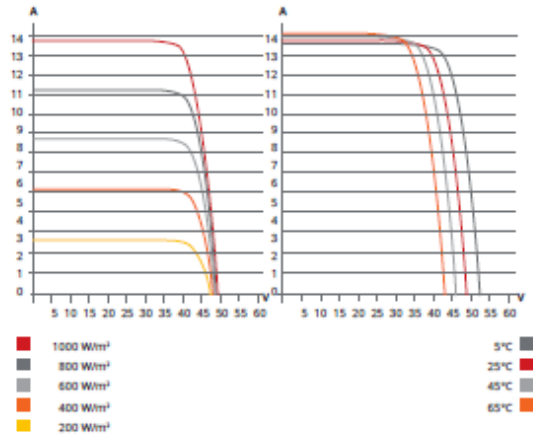
Se opta por un panel de alta potencia y eficiencia para reducir los costes de implantación de proyecto, ya que, con esta potencia de panel, serían necesarios 66 módulos y, con un panel de potencia menor, serían necesaria una cantidad mayor de módulos, lo que implicaría más gasto en estructura, mano de obra, cableado, transporte, etc.



ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6W-530MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS6W	525MS	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS
Nominal Max. Power (Pmax)	525 W	530 W	535 W	540 W	545 W	550 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.7 V	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	12.90 A	12.96 A	13.02 A	13.08 A	13.14 A	13.20 A
Open Circuit Voltage (Voc)	48.6 V	48.8 V	49.0 V	49.2 V	49.4 V	49.6 V
Short Circuit Current (Isc)	13.75 A	13.80 A	13.85 A	13.90 A	13.95 A	14.00 A
Module Efficiency	20.5%	20.7%	20.9%	21.1%	21.3%	21.5%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	25 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 10 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 x (12 x 6)]
Dimensions	2261 x 1134 x 35 mm (89.0 x 44.6 x 1.38 in)
Weight	27.8 kg (61.3 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 290 mm (11.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	600 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS6W	525MS	530MS	535MS	540MS	545MS	550MS
Nominal Max. Power (Pmax)	392 W	396 W	400 W	403 W	407 W	411 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	38.0 V	38.2 V	38.4 V	38.6 V	38.8 V	39.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.33 A	10.37 A	10.42 A	10.45 A	10.49 A	10.54 A
Open Circuit Voltage (Voc)	45.8 V	46.0 V	46.2 V	46.4 V	46.6 V	46.8 V
Short Circuit Current (Isc)	11.09 A	11.13 A	11.17 A	11.21 A	11.25 A	11.30 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), Irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

PARTNER SECTION



CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

January 2021. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V1.4_EN

11.- INVERSORES FOTOVOLTAICOS

En este caso, se utilizará un inversor fotovoltaico marca Huawei serie SUN2000 de 30 kW o equivalente. Este inversor está pensado para plantas fotovoltaicas de pequeño y mediano tamaño. Tiene las siguientes características:

SUN2000-30/36/40KTL-M3
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Eficiencia			
Máxima eficiencia		98.7%	
Eficiencia europea ponderada		98.4%	
Entrada			
Máx. tensión de entrada ¹		1,100 V	
Rango de tensión a potencia máx.	500V~800V	520V~800V	540V~800V
Intensidad de entrada máxima por MPPT		27 A (por MPPT) / 20 A (por string)	
Intensidad de cortocircuito máxima		40 A	
Tensión de arranque		200 V	
Rango de tensión de operación ²		200 V ~ 1000 V	
Tensión nominal de entrada		600 V	
Número de entradas		8	
Número de MPPTs		4	
Salida			
Potencia nominal activa de AC	30,000 W	36,000 W	40,000 W
Máx. potencia aparente de AC	33,000 VA ³	40,000 VA	44,000 VA
Tensión nominal de salida		230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3W/N+PE	
Frecuencia nominal de red de AC		50 Hz / 60 Hz	
Intensidad nominal de salida	43.3 A	52.0 A	57.8 A
Máx. intensidad de salida	47.9 A	58.0 A	63.8 A
Factor de potencia ajustable		0.8 capacitivo ... 0.8 inductivo	
Máx. distorsión armónica total		< 3%	
Protecciones			
Dispositivo de desconexión del lado de entrada		Sí	
Protección anti-isla		Sí	
Protección contra sobreintensidad de AC		Sí	
Protección contra polaridad inversa DC		Sí	
Monitorización a nivel de string		Sí	
Descargador de sobretensiones de DC		Sí	
Descargador de sobretensiones de AC		Sí	
Detección de resistencia de aislamiento DC		Sí	
Monitorización de corriente residual		Sí	
Protección ante fallo por arco eléctrico		Sí	
Control del receptor Ripple		Sí	
Recuperación PID integrada ³		Sí	
Comunicaciones			
Pantalla		Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP	
RS485		Sí	
Smart Dongle		WLAN/Ethernet vía Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional) 4G / 3G / 2G vía Smart Dongle-4G (Opcional)	
Datos Generales			
Dimensiones (A x A x P)		640 x 530 x 270 mm	
Peso (soporte incluido)		43 kg	
Rango de Temperatura en operación		-25 ~ + 60 °C	
Método de refrigeración		Convección natural	
Máx. Altitud en operación		4,000 m (Derrateo a partir de 2000 m)	
Humedad relativa		0% RH ~ 100% RH	
Conector de DC		Amphenol Helios H4	
Conector de AC		Conector resistente al agua + Terminal OT/DT	
Grado de Protección		IP 66	
Tipología		Sin transformador	
Consumo de energía durante la noche		≤ 5.5W	
Compatibilidad con optimizadores			
Optimizador compatible vía DC MBUS		SUN2000-450W-P2, SUN2000-600W-P, MERC-1100W/1300W-P	
Standard Compliance (more available upon request)			
Seguridad		EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683	
Estándares de conexión a red eléctrica		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, AS/NZS 4777.2, DEWA	

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de DC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañará al inversor.

2. Cualquier voltaje de entrada de DC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30~40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la PV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (monocel, polio).



Por otro lado, esta marca posee las siguientes normas de calidad, ISO 9001:2008,14001:2004 OHSAS 18001:2007.

El inversor tiene 4 seguidores MPP, lo que implica una alta eficiencia en los strings y disminución de pérdidas de sombreados.

Por otro lado, este inversor tiene un grado de protección IP 66, es decir, que son totalmente aptos para intemperie. Irá alojado en un local interior ubicado en la cubierta del propio colegio (se adjunta foto), correctamente ventilado, junto con la aparamenta necesaria de protección y maniobra.



12.- DIMENSIONAMIENTO DE STRINGS

Para el dimensionamiento de los string se tendrán en cuenta los rangos de voltaje de los seguidores del punto de máxima potencia de los inversores (MPPT), los cuales indican el rango de voltaje en el que actúa el seguidor.

Para la configuración de string, aparte de la temperatura, se considerarán las entradas de que dispone el inversor, en este caso cada seguidor MPP dispone de dos entradas que son puenteadas (suma de intensidad de cada entrada). De esta manera tenemos un total de 8 entradas disponibles en la instalación del Colegio. Un mismo seguidor no se conectará a strings con distinto nº de módulos.

Por otro lado, para dimensionar correctamente los string, se debe tener en cuenta, además de las características del panel a introducir en las series, el aumento de voltaje con la disminución de la temperatura y el aumento de la intensidad con el aumento de la misma. Por tanto, en el **ANEXO 1. "CÁLCULOS ELÉCTRICOS"**, se tienen en cuenta los rangos de temperatura, que en el panel alcanzarán los valores de 0 °C a 50° C que puede alcanzar el módulo en funcionamiento.

13.- ESTRUCTURA PORTANTE

La estructura portante (perfiles, grapas y accesorios) será de aluminio 6063-T66 resistente a corrosión. Es importante que, a excepción de tornillería de anclaje, que será de acero inoxidable tipo A2, los accesorios de fijación de los paneles solares sean del mismo tipo que los marcos de aluminio de los paneles, ya que de esta manera se evitará o minimizará la formación de puentes galvánicos entre dos metales expuestos a potenciales eléctricos, produciendo oxidaciones y diferencias de voltaje no deseables.

Se empleará una estructura portante inclinada sobre la cubierta grecada metálica del colegio, que está provista de una ligera pendiente. Se trata de un sistema de perfiles dispuesto de manera triangular, abiertos o cerrados, formando inclinación de 25 grados prevista para los módulos.





14.- APARAMENTA DE CC

En el anexo **ANEXO 1. “CÁLCULOS ELÉCTRICOS”**, se describe la aparamenta de protección a emplear en la instalación del presente proyecto.

Es conveniente en el montaje, separar las polaridades de corriente continua, para evitar posibles contactos directos entre polos y evitar, por tanto, posibles cortocircuitos que den lugar a posibles incendios en el cuadro.

En todas las conexiones eléctricas se utilizarán punteras o terminales adecuados a la sección de los conductores utilizados.

Asimismo, el calibre de los elementos de protección de CC puede ser consultado en el apartado de planos y presupuesto.

Se instalará un cuadro de protecciones de CC en el local de cubierta del edificio, junto al inversor. El acceso solo estará permitido a personal autorizado.

15.- APARAMENTA DE CA

En el anexo **ANEXO 1. “CÁLCULOS ELÉCTRICOS”**, se describe la aparamenta de protección a emplear en la instalación del presente proyecto.

En todas las conexiones eléctricas se utilizarán punteras o terminales adecuados a la sección de los conductores utilizados.

Asimismo, el calibre de los elementos de protección de CA puede ser consultado en el apartado de planos y presupuesto.

Se instalará un cuadro de protecciones de CA en el local de cubierta del edificio, albergando los interruptores magnetotérmicos y diferenciales.

Al estar el inversor en una zona de poco accesible, se instalarán interruptores diferenciales superinmunizados y rearmables, de manera que en caso de disparo intempestivo no haga falta tener que ir a rearmarlo manualmente.



16.- MEDIOS AUXILIARES

Para la realización de esta obra, se prevé que serán necesarias al menos una grúa con pluma para el izaje de las cargas y el acopio de materiales, de manera que se pueda realizar un montaje seguro de los elementos de instalación.

Tanto el acopio de materiales en cubierta, como la determinación de la maquinaria a utilizar, se realizarán teniendo en cuenta lo estipulado en el estudio de seguridad y salud y con aprobación de la Dirección de Obra. En ningún caso se sobrepasarán los estados límite de servicio de la estructura.

Asimismo, en dicho estudio se determina la posición y zonas de acopio de material.

17.- CUMPLIMIENTO DEL REBT

Para la ejecución de esta memoria se ha tenido en cuenta el REBT y sus instrucciones técnicas complementarias, y particularmente la ITC BT-40 denominada Instalaciones generadoras en Baja Tensión. Las características y dimensionamiento de conductores, protecciones y elementos adicionales se han justificado en el **ANEXO 1. "CÁLCULOS ELÉCTRICOS"**.

Las instalaciones generadoras que se pretende instalar se clasifican, atendiendo a su funcionamiento respecto a la red de distribución pública, como instalaciones generadoras interconectadas tipo C1, puesto que está, normalmente, trabajando en paralelo con la red de distribución pública.

Atendiendo a las condiciones del terreno y a la forma de instalación concluimos que no serán necesarias medidas especiales para la protección contra incendios, como se justifica en el **ANEXO 5. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA ANTIINCENDIOS.**



18.- MONITORIZACIÓN DE LA ENERGÍA GENERADA Y CONSUMIDA

En este caso, será necesario conectar un sistema de monitorización energética (Huawei Smart Dongle) o equivalente de la misma marca que los inversores, al que se dará acceso a internet para poder comunicarse correctamente. Dado que estará también conectado a los inversores vía RS-485 no será necesario ningún tipo de pinza de medición.

Al tratarse de un autoconsumo colectivo, la conexión a la red se realizará en la instalación de enlace en red interior del edificio. El 100% de energía generada se vierte a la red, por lo que, la compañía distribuidora instalará un contador trifásico de generación para registrar los kWh vertidos y asignarlos a cada suministro en función de los coeficientes de reparto indicados. El contador con medición directa se montará en un armario de intemperie provisto de bases portafusibles tipo BUC-1 de 160A y seccionador de corte en carga.

19.- CABLES DE CONEXIÓN

Según la ITC-BT-40, los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador (inversor) y el punto de interconexión a la red de distribución pública, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.

En la parte de continua se establece también un límite de caída de tensión de un 1,5%.

Las secciones de conductores están calculadas y justificadas en el **ANEXO 1. "CÁLCULOS ELÉCTRICOS"**.

20.- ARMÓNICOS Y FORMA DE ONDA

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del Real Decreto 1699/2011 en lo que respecta a armónicos y la compatibilidad electromagnética (IEC 61000-3-2 e IEEE Std 929-2000) en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

Tipología de armónicos	Tasa de armónicos
Armónicos de orden par	4/n
Armónicos de orden 3	5
Armónicos de orden impar (≥ 5)	25/n

La tasa de armónicos es la relación, en %, entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental.

21.- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación (V)	Tensión de ensayo de CC (V)	Resistencia de aislamiento ($M\Omega$)
MBTS o MTBP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

22.- PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

Las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13 del Reglamento



sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas. Asimismo, se cumplirá lo dispuesto en ésta cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y en la norma UNE-EN 61173 sobre protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía.

Cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

El emplazamiento donde se pretende realizar la instalación solar fotovoltaica cuenta con la instalación de una red de tierras con su correspondiente Tierra de protección, donde se conectarán tanto la estructura de soporte de los módulos y marcos de los módulos fotovoltaicos, como el borne de puesta a tierra del inversor, con el fin de no crear diferencias de tensión peligrosas, asegurando una red de equipotencialidad en toda el área.

22.1 PUESTA A TIERRA CC

Se conectará el sistema de tierras a cada string en el principio del mismo, en los agujeros dispuestos a tal efecto por el fabricante en cada módulo fotovoltaico, con un conductor de tierra de diámetro mínimo 4 mm² de cobre, a través de terminales de conexión de acero inoxidable, de manera que dicho terminal actúe a modo de elemento auxiliar, que permita el desmontaje de un módulo (por motivos de mantenimiento o avería), sin comprometer e interrumpir la conexión a tierra del resto de módulos de la instalación.



Los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos y cualquier otro elemento metálico de la instalación se conectará a la puesta a tierra del sistema por medio de cable de cobre con protección mecánica de diámetro mínimo 4 mm².

22.2 PUESTA A TIERRA CA

La red de tierra a la que se conectarán todos los elementos de la parte de CA, incluidos cuadros de protección CA, inversores, etc. con conductor de cobre con protección mecánica, a la puesta general de tierras del edificio o la instalación a la que sirvan.



23.- ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Se han determinado los parámetros de rentabilidad, teniendo en cuenta el escenario de subvención, se resumen en:

Periodo de amortización o “Payback”

El número de años necesarios para compensar la inversión mediante flujos de efectivo positivos es igual a **4,7 años**.

Valor actual neto o “VAN”

El valor actual neto o VAN de los flujos de caja de la serie temporal, tanto entrantes como salientes y considerando una expectativa de vida de 25 años, es igual a **53.255,32 €**.

Tasa Interna de Retorno o “TIR”

La Tasa Interna de Retorno TIR, utilizada como un índice para medir y comparar la rentabilidad de la inversión, considerando una expectativa de vida de la instalación de 25 años, es igual a un **20,67%**.

24.- EMISIONES EVITADAS

Se presenta la relación de emisiones evitadas a la atmósfera en TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo), así como los valores de los principales gases de efecto invernadero evitados.

Se han determinado los parámetros de emisiones evitadas, las cuales se resumen en:

Ahorro de combustible	TOE
Factor de conversión de TEP a Energía Primaria [TEP/MWh]	0,29
TEP ahorrado en un año	9,47
TEP guardado en 25 años	236,74



25.- ESPECIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto se refiere a una obra completa de acuerdo con lo preceptuado en el Artículo 13.3 de la Ley de Contratos del Sector Público (LCSP).

26.- USO DEL SUELO

Los artículos 75 del Reglamento de Bienes de las Entidades Locales (RBEL) y 85 de la Ley de Patrimonio de las Administraciones Públicas (LPAP) describen los usos posibles de los bienes del dominio público por los particulares:

- Uso común, que es el correspondiente por igual a todos los ciudadanos indistintamente, de modo que el uso de unos no impida el de los demás interesados. Este uso común puede tener dos modalidades:
 - General, cuando no concurren circunstancias singulares.
 - Especial, si concurren circunstancias de peligrosidad, intensidad del uso u otras semejantes.
- Uso privativo, que es el constituido por la ocupación de una porción del dominio público, de modo que limite o excluya la utilización por los demás interesados.
- Uso normal, que es el que fuere conforme con el destino principal del dominio público a que afecte.
- Uso anormal, si no fuere conforme con dicho destino.

Todas las zonas de actuación del presente proyecto pertenecen al dominio público, su uso es de tipo común general y su competencia es de título municipal.

27.- CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE OBRA

De acuerdo con el Artículo 232 de la LCSP, las obras a realizar, como consecuencia del natural uso y de las circunstancias que concurren, se han de clasificar como OBRAS DE PRIMER ESTABLECIMIENTO, REFORMA O GRAN REPARACIÓN.

28.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATO DE LA OBRA

De acuerdo con lo especificado en el artículo 65 y 67 de la LCSP del Texto refundido de la ley de contratos del sector público y de los artículos 25 y 26 del reglamento general de contrato de las administraciones públicas vigentes. La clasificación para el contrato de esta obra, es la siguiente:

GRUPO I.

Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica.

Categoría 1. Si su cuantía es inferior o igual a 150.000 euros.

29.- GESTIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo con el RD 105/2008, 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se incluye dentro del presente proyecto el **ANEXO 4. "GESTIÓN RCD"**.

Dentro del estudio se realiza una estimación de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra codificados de acuerdo a la lista europea de residuos publicada por la Orden MAM/304/2002. Según el Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero, sobre residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y la gestión de sus residuos, los destinos para los residuos de AEE generados en la obra se señalan en el mencionado anexo.

30.- PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

La obra proyectada, para la totalidad de la obra tendrá un plazo de ejecución de **DOS MESES**, según se indica en el **ANEXO 6. "PLAN DE OBRA"**, contados a partir de la firma del Acta de Replanteo.

Se establece un **PLAZO DE GARANTÍA DE DOS AÑOS** de acuerdo con lo preceptuado en el Artículo 167 de la LCSP. Durante el mismo, el Contratista vendrá obligado a velar por su buena conservación, a la vez que se subsanará aquellos defectos que fueran oportunamente reflejados en el Acta de Recepción y cualquiera otros que siendo imputables a una defectuosa ejecución surgieran durante la vigencia de dicha garantía.



31.- PRESUPUESTO

Aplicados los precios unitarios contenidos en el Cuadro de Precios nº 1 a las mediciones deducidas del diseño de la obra a ejecutar se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de:

- Presupuesto de Ejecución Material: 35.394,58 €, y un Presupuesto de Ejecución por Contrata (IVA excluido) de 42.119,55 €, y un IVA de 8.845,11 €, ascendiendo a un total de 50.964,66€.

32.- REVISIÓN DE PRECIOS

Dadas las características de la obra y el plazo de ejecución propuestos no se prevé la necesidad de ningún tipo de revisión de los precios sobre los valores que se establecen en los respectivos Cuadros de Precios, una vez aplicadas las bajas que se obtuvieran en la licitación.

33.- CONCLUSIÓN

A raíz de la eliminación del impuesto al sol, la bajada de precio de materiales relacionados con las instalaciones solares, está más que claro que la energía solar fotovoltaica es viable. Teniendo en cuenta, además, que España es el país de la UE con más irradiancia solar, esto lo hace el país europeo más viable para ejecutar instalaciones de este tipo.

Por tanto, con esta Memoria, Anexos Justificativos, Planos, Pliegos de Condiciones, Presupuesto y E.S.S. el técnico que suscribe considera suficientemente descrita la instalación objeto del proyecto y lo somete a la aprobación por parte de los Organismos Competentes.



En Logroño, septiembre de 2025

Rafael Soriano Lázaro
Ingeniero Técnico Industrial
COITIR 1673