



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento

Área de Conocimiento

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE UN CONTENEDOR COMÚN DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS A GENERADOR/ACUMULADOR FOTOVOLTAICO.

Grado en:

INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Mónica Valcarce Blanco

Tutor: Enrique Navarrete de Gálvez

Cotutor: Luis Rodríguez-Passolas Cantal

MÁLAGA, Junio de 2.023



RESUMEN

El precio final de referencia en mercado mayorista de la energía eléctrica en España según ESIOS ha experimentado una subida en los últimos años, pasando de valores de precio medio horario final en el entorno de los 40.00-60.00 €/MWh para el periodo de 2,010 a 2,020, al entorno de los 100.00 €/MWh actuales de 2,023. Las emisiones de CO₂ mantienen el crecimiento lineal que desde el 1,950 vienen experimentado, alcanzado actualmente las 420 ppm indicados por la NASA Global Climate Change. Esta situación ha propiciado la instalación de sistemas de generación libre de emisiones de CO₂ y tendientes a disminuir la dependencia energética de los usuarios finales de las compañías distribuidoras, con fines medioambientales y económicos.

La tecnología fotovoltaica resultado de disminución de costes de producción, así como de la nueva normativa vigente, se ha impuesto como una de las alternativas de referencia, presentando una potencia instalada en el sistema eléctrico español en 2,023 de 19,569 MW según datos de REE.

Atendiendo a lo indicado, y como contribución a los fines reseñados, propondremos un diseño de generador/acumulador fotovoltaico móvil a partir del reciclado de un contenedor de mercancías. También estudiaremos sus potencialidades atendiendo a su configuración y situación geográfica.

ABSTRACT

The final reference price in the wholesale electricity market in Spain according to data from the ESIOS has risen in recent years, going from final hourly average price values of around €40.00-60.00. /MWh for the period from 2,010 to 2,020, around the current €100.00/MWh of 2,023. CO₂ emissions maintain the linear growth that they have been experiencing since 1950, currently reaching the 420 ppm indicated by NASA Global Climate Change, Vital Signs of the Planet. This situation has led to the installation of generation systems free of CO₂ emissions and aimed at reducing the energy dependence of end users on distribution companies, for environmental and economic purposes.

Photovoltaic technology as a result of the reduction in production costs, as well as the new regulations in force, has established itself as one of the reference alternatives, presenting an installed capacity in the Spanish electrical system in 2,023 of 19,569 MW according to data from REE.

In response to the above, and as a contribution for the outlined goals, we will propose a design for a mobile photovoltaic generator/accumulator based on the recycling of a merchandise container. We will also study its potential taking into account its configuration and geographical location.



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. MÉTODO	12
2.1. <i>MÓDULO Y CARACTERIZACIÓN</i>	12
2.2. <i>PRODUCCIÓN PVGIS</i>	16
2.3. <i>INVERSOR GENERADOR</i>	26
2.4. <i>CONFIGURACIÓN DEL CAMPO</i>	28
2.5. <i>PRODUCCIÓN CAMPO</i>	30
2.6. <i>INVERSOR CARGADOR</i>	32
2.7. <i>ACUMULADOR</i>	33
2.8. <i>PROCESADOR GX</i>	34
2.9. <i>CABLEADO Y PROTECCIÓN CONTINUA, STRING Y ARRAY</i>	34
2.10. <i>CABLEADO Y PROTECCIÓN ALTERNA</i>	35
2.11. <i>PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN</i>	36
2.12. <i>ANÁLISIS DE POTENCIALIDADES</i>	36
2.13. <i>ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO</i>	38
3. RESULTADOS	39
3.1. <i>ANÁLISIS</i>	39
3.2. <i>PRESUPUESTO</i>	46
3.2.1. <i>RESUMEN</i>	48
4. DISCUSIÓN	49
6. CONCLUSIÓN	51
7. BIBLIOGRAFÍA	52
8. ANEXOS	54
8.1. <i>CÁLCULOS CABLEADO Y PROTECCIONES STRING Y ARRAY</i>	54
8.1.1. <i>CÁLCULOS CABLEADO</i>	54
8.1.2. <i>CÁLCULOS PROTECCIONES</i>	59
8.2. <i>ANEXO CÁLCULOS CABLEADO Y PROTECCIONES ALTERNA</i>	60
8.3. <i>CONSUMO VIVIENDA UNIFAMILIAR</i>	61
8.4. <i>PLANOS</i>	67



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. IZDA: SERIE HISTÓRICA VALORES ANUALES DE PPM DE MOLÉCULAS DE CO ₂ . DCHA: SERIE HISTÓRICA VALORES ANUALES DE INCREMENTO DE TEMPERATURA MEDIA DE LA SUPERFICIE TERRESTRE.....	7
FIGURA 2. FLUJO DE INVERSIONES DEL PNIIC (M€)	8
FIGURA 3. EVOLUCIÓN DIARIA DEL PRECIO DE LA LUZ EN EL MERCADO MAYORISTA ESPAÑOL EN 2021 Y 2022.	9
FIGURA 4. NUEVAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS A NIVEL MUNDIAL ENTRE 2016 Y 2023.	9
FIGURA 5. MERCADOS CON MAYOR DEMANDA DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS 2023.	10
FIGURA 6. SISTEMA FOTOVOLTAICO MÓVIL DE SOLER-BIENTZ, R. 2006.	10
FIGURA 7. DISPOSITIVO CONTENEDOR DE EQUIPOS PARA SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD MEDIANTE GENERACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.	11
FIGURA 8. ESTACIÓN FOTOVOLTAICA PORTÁTIL.	11
FIGURA 9. DATOS TÉCNICOS MÓDULO FOTOVOLTAICO VERTEX TSM-580 TRINA SOLAR.	13
FIGURA 10. GRÁFICAS V-I Y V-P PARA EL MÓDULO VERTEX DE TRINA SOLAR DE 580W.	15
FIGURA 11. PLANO MUNDIAL DE RADIACIÓN POR ESCALA DE COLORES. LOCALIZACIONES UTILIZADAS PARA ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE GENERADOR/ACUMULADOR.	16
FIGURA 12. GRÁFICAS Y TABLAS DE LA PRODUCCIÓN DIARIA MEDIA ANUAL POR UBICACIONES.	17
FIGURA 13. DATOS TÉCNICOS INVERSOR FRONIUS SYMO 15.0-3-M.	26
FIGURA 14. PERSPECTIVA EXTERIOR GENERADOR/ACUMULADOR FOTOVOLTAICO. STRINGS Y DISTRIBUCIÓN EN INVERSORES DE GENERACIÓN.....	29
FIGURA 15. PRODUCCIÓN DE UN CONTENEDOR EN LA UBICACIÓN NÚMERO 5.	31
FIGURA 16. DATOS TÉCNICOS INVERSOR CARGADOR VICTRON QUATTRO.	32
FIGURA 17. DATOS TÉCNICOS BATERÍA PYLONTECH US3000C.	33
FIGURA 18. CARACTERÍSTICAS PRYSMIAN PRYSUN H1ZZZ-K.	34
FIGURA 19. CARACTERÍSTICAS HARMOHNY CLASS XZ1 (S) AL.	35
FIGURA 20. CARACTERÍSTICAS EXZHELLENT COMPACT RZ1-K (AS).	36
FIGURA 21. CONSUMO ANUAL PARA UN DÍA TIPO DE CADA MES.	37
FIGURA 22. GRÁFICO ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO.	38
FIGURA 23. ENERGÍA/DÍA [kWh] POR POSICIÓN DÍA DEL AÑO ÓPTIMO/PÉSIMO.	39
FIGURA 24. ENERGÍA/DÍA [Wh] PRODUCIDA POR UN CONTENEDOR EN UN DÍA TIPO CADA MES DEL AÑO EN LAS UBICACIONES 5 Y 6 CON ORIENTACIÓN ESTE Y OESTE.	40
FIGURA 25. ENERGÍA/DÍA [Wh] PARA LA UBICACIÓN 4 EN ORIENTACIÓN ESTE-OESTE.	41
FIGURA 26. TABLA CONSUMO ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA CONSIDERADA EN UN DÍA TIPO DE CADA UNO DE LOS MESES DEL AÑO [kWh] FRENTE A LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE NUESTRO GENERADOR ACUMULADOR EN CADA UNO DE LOS DÍAS TIPOS DE CADA UNO DE LOS MESES DEL AÑO [kWh].	42
FIGURA 27. NÚMERO DE VIVIENDAS A LAS QUE PODRÍA ABASTECER EL GENERADOR ACUMULADOR EN CADA UNA DE LAS UBICACIONES SEGÚN EL CONSUMO [kWh] DE UN DÍA TIPO DE LA VIVIENDA CONSIDERADA CADA UNO DE LOS MESES DEL AÑO.	42
FIGURA 28. MEDIA ANUAL DE NÚMERO DE VIVIENDAS A LAS QUE PODRÍA ABASTECER EL GENERADOR ACUMULADOR EN CADA UNA DE LAS UBICACIONES SEGÚN EL CONSUMO [kWh] DE UN DÍA TIPO EN LA VIVIENDA CONSIDERADA.....	43
FIGURA 29. PRODUCCIÓN HORARIA DE POTENCIA [W] DEL DISPOSITIVO GENERADOR/ACUMULADOR PROPUESTO EN FUNCIÓN DE LA POSICIÓN OBJETO DE ESTUDIO, PARA EL DÍA TIPO DEL MES ÓPTIMO/PÉSIMO.	45
FIGURA 30. TABLA FACTORES DE REDUCCIÓN PARA GRUPOS DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTIPOLARES.....	55
FIGURA 31. TABLA FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 30°C A APLICAR A LOS VALORES DE LAS CORRIENTES ADMISIBLES PARA CABLES EN EL AIRE.	55
FIGURA 32. INTENSIDADES ADMISIBLES PARA CABLES CON CONDUCTORES DE COBRE, NO ENTERRADOS. TEMPERATURA AMBIENTE 40°C EN EL AIRE.	56

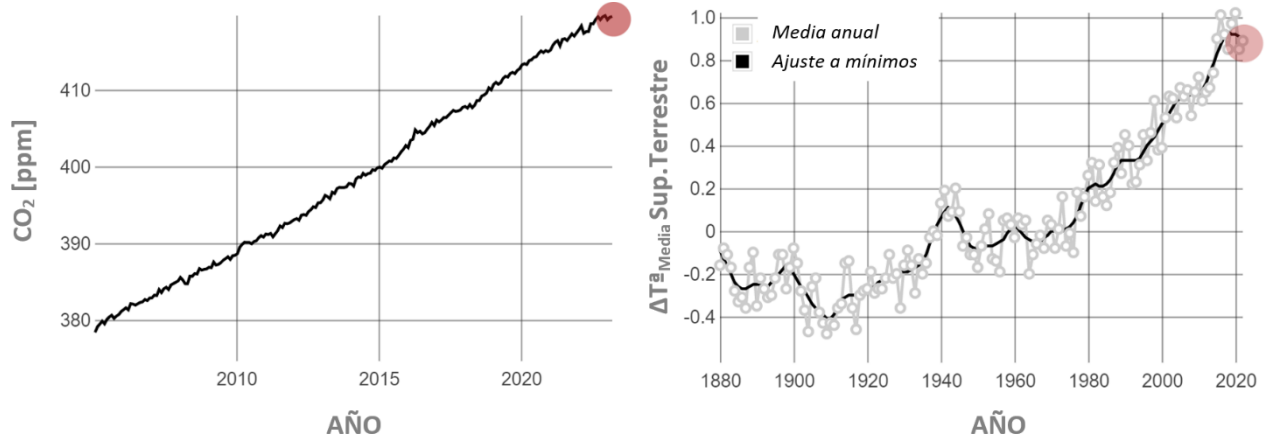


FIGURA 33. TIPO DE INSTALACIÓN DE CABLES NO ENTERRADOS. 57

1. INTRODUCCIÓN

La situación climática actual registra 420 ppm de CO₂ en la atmósfera terrestre (NASA, 2,023) y un incremento en la temperatura media de la superficie terrestre entre 1,880 y 2,022 de 0.89°C (NASA, 2023) (ver figura 1).

Figura 1. IZDA: Serie histórica valores anuales de ppm de moléculas de CO₂. DCHA: Serie histórica valores anuales de incremento de temperatura media de la superficie terrestre.



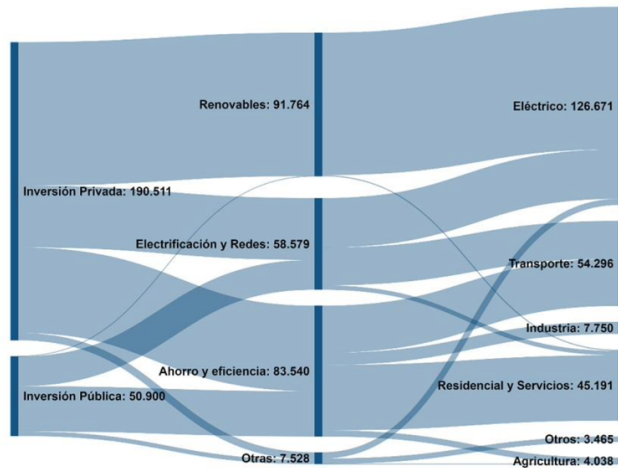
Nota: Fuente NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE. Vital Signs of the Planet. (2,023).

Nota: IZDA: respecto moléculas de aire seco. DCHA: referencia valor medio de temperatura entre 1,951 y 1,980.

Frente a esta situación el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) propuso limitar el incremento en la temperatura media de la superficie terrestre a un máximo de 1.5°C respecto del periodo preindustrial. Esto ha propiciado que los gobiernos de los distintos países legislen a favor de nuevas fuentes de generación sostenible.

En España, el plan nacional integrado de energía y clima de 2021-2030 (PNIEC) deja constancia de la intención de reducir el consumo de combustibles fósiles con una inversión de 91.765M€ en renovables, lo que supone el 38% del presupuesto total (ver figura 2).

Figura 2. Flujo de inversiones del PNIEC (M€)

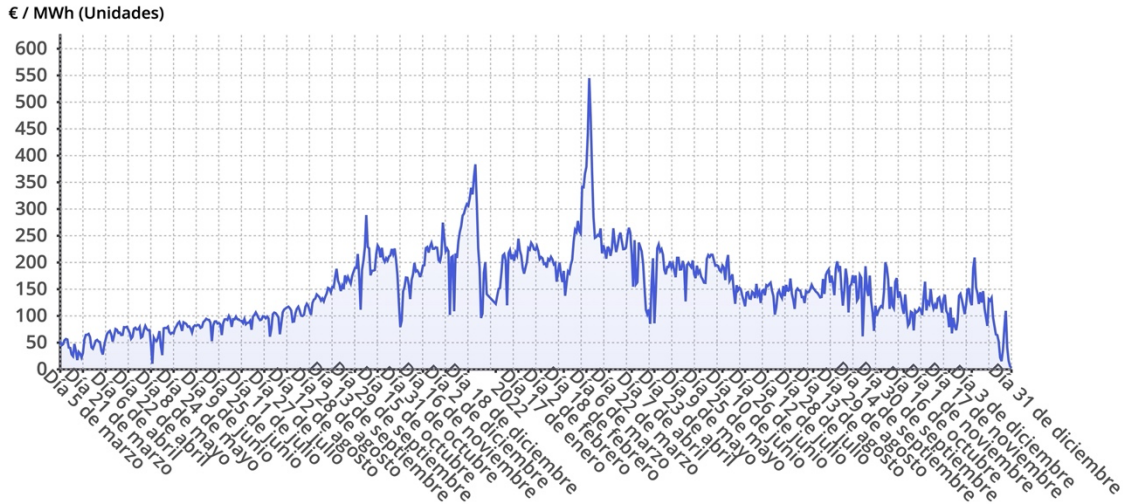


Nota: Fuente Basque Centre for Climate Change (2,019).

Como consecuencia, la energía fotovoltaica en España, con la entrada en vigor del RD 244/2,019, las distintas ayudas y subvenciones, así como la disminución en los costes de producción de los distintos componentes requeridos por esta tecnología, ha pasado de tener una potencia peninsular instalada de 4,519.05 MW en 2,018, lo cual suponía un 5% aproximado de la potencia total instalada, a 19,569 MW en 2,023, lo que supone un 17% aproximado (REE, 2,023). Instalaciones en su mayoría fijas.

Por último, el aumento de los precios de la energía en los últimos años (ver figura 3) ha terminado impulsando el uso de la energía solar en todo el país, ya que puede suponer un importante ahorro en la factura de la luz. Lo cierto es, que la implantación de este tipo de energías renovables está en auge en toda la Unión Europea con un crecimiento del 30% (National Geographic, 2022).

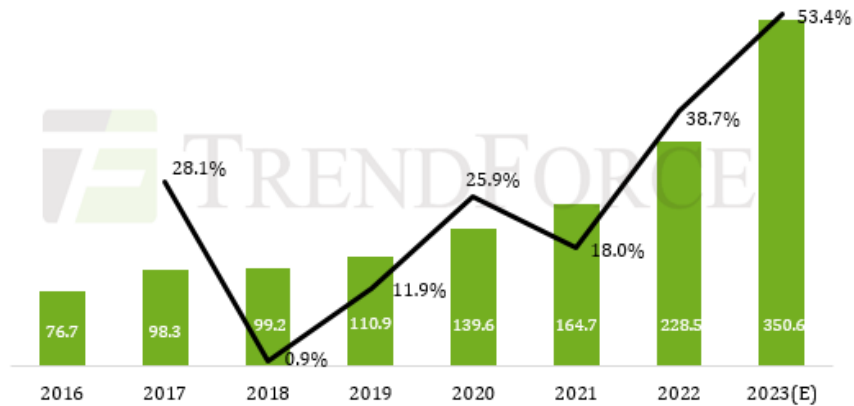
Figura 3. Evolución diaria del precio de la luz en el mercado mayorista español en 2021 y 2022.



Nota: Fuente OMIE, epdata. Evolución diaria del precio de la luz en el mercado mayorista español (2,022).

Según estimaciones, este 2023 se instalarán 350,6 GW fotovoltaicos en todo el mundo (ver figura 4), esto implica un crecimiento del 53,4% con China a la cabeza y España en el sexto lugar a nivel mundial (ver figura 5). Aunque se advierte también de que “existen factores potenciales que podrían afectar negativamente al mercado” como la desaceleración de la economía mundial y la elevada inflación. (TrendForce, 2023).

Figura 4. Nuevas instalaciones fotovoltaicas a nivel mundial entre 2016 y 2023.



Nota: Fuente TrendForce (2,023).

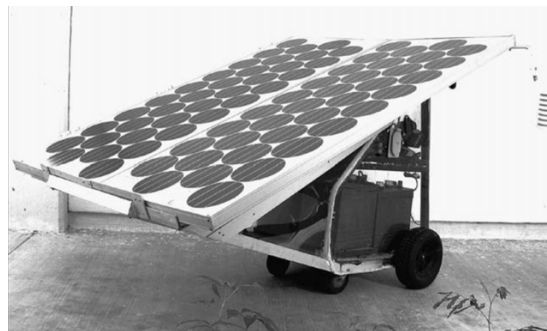
Figura 5. Mercados con mayor demanda de instalaciones fotovoltaicas 2023.

Region	Market	Installation Demand (GW)	YoY
Asia-Pacific	China	148.9	73.5%
	India	17.2	31.7%
	Japan	8	13.6%
Europe	Germany	11.8	12.9%
	Netherlands	6.5	11.6%
	Spain	11.4	14.3%
Americas	US	40.5	101.1%
	Brazil	14.2	26.2%
	Mexico	1.7	12.6%
Middle East and Africa	UAE	3.2	20.8%
	Saudi Arabia	2.2	41.9%
	Israel	1.5	25.0%

Nota: Fuente TrendForce (2,023).

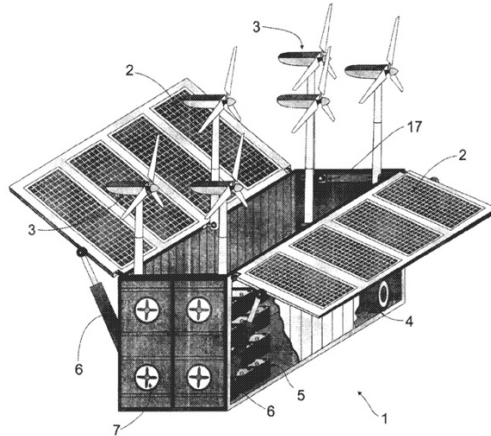
Esta evolución del sector fotovoltaico ha propiciado el desarrollo de nuevos dispositivos de generación fotovoltaica móvil. Existen contribuciones que dejan patente el interés por estudiar y analizar el comportamiento de este tipo de dispositivos ya desde el 2,006, donde Soler-Bientz, R., et al. desarrollan un generador fotovoltaico móvil de fácil reubicación para evaluar la viabilidad de las aplicaciones de energía fotovoltaica en distintas ubicaciones (ver figura 6). Y más recientemente, encontramos publicaciones y patentes con distintas propuestas de generadores renovables móviles, tal es el caso propuesto por Recio-Guerra, R., en 2,019, que presenta una patente de un dispositivo contenedor para suministro y generación de electricidad a partir de energías alternativas (ver figura 7), o la propuesta de Polar Developments (ver figura 8) de una estación fotovoltaica portátil y escalable de hasta 24 m y 84 kWp (Sánchez Molina, P., 2,022). En esta línea, proponemos un generador fotovoltaico con acumulación portátil. Presentaremos su diseño, características técnicas, posibles aplicaciones y recomendaciones.

Figura 6. Sistema fotovoltaico móvil de Soler-Bientz, R. 2006.



Nota: Fuente Universidad Autónoma de Yucatán (2,006).

Figura 7. Dispositivo contenedor de equipos para suministro de electricidad mediante generación de energías alternativas.



Nota: Fuente Patentscope (2019).

Figura 8. Estación fotovoltaica portátil.



Nota: Fuente Polar Developments (2022).

2. MÉTODO

2.1. MÓDULO Y CARACTERIZACIÓN

Se diseñó el generador para ser ubicado en un contenedor de 12.02 m de largo, 2.35 m de ancho y 2.70 m de alto (dimensiones interiores). Este tipo de contenedores nos permite el transporte tanto terrestre como marítimo del mismo, proporcionando, así mismo, una superficie suficiente para la instalación de paneles.

La elección del módulo fotovoltaico se hizo tras un amplio estudio de la oferta actual en el mercado eligiendo así el modelo Vertex TSM-580 DE19R de TrinaSolar (ver figura 9). Para asegurarnos de una correcta elección, nos apoyamos en las siguientes ecuaciones 1 (Lamigueiro, O.P. (2013) Energía solar fotovoltaica) y 2.

$$I = I_{sc} \times \left[1 - \exp\left(\frac{e \times (V_{oc} - V)}{m \times k \times T_c}\right) \right] \quad (1)$$

Donde:

k es la Constante de Boltzmann $1,381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

e es la carga eléctrica del electrón $-1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

m es el factor idealidad del modelo de un diodo (1 para Si)

T_c es la temperatura de funcionamiento de la célula

$$T_c = T_a + G \times \frac{TONC - 20}{800} \quad (2)$$

Donde:

T_a es la temperatura ambiente en $^{\circ}\text{C}$

G es la irradiancia en W/m^2

T_c es la temperatura de funcionamiento de la célula

$TONC$ es la Temperatura de Operación Nominal $^{\circ}\text{C}$ en condiciones de 800 W/m^2 ,

temperatura ambiente 20°C y velocidad del viento $1,5 \text{ m/s}$

Figura 9. Datos técnicos módulo fotovoltaico Vertex TSM-580 Trina Solar.**DATOS ELÉCTRICOS (STC*)**

Potencia máxima (Wp)	580
Tensión en máxima potencia (V)	39,0
Corriente en máxima potencia (A)	14,86
Tensión de circuito abierto (A)	46,3
Corriente de cortocircuito (A)	15,94
Eficiencia (%)	21,5

DATOS ELÉCTRICOS (NOCT)

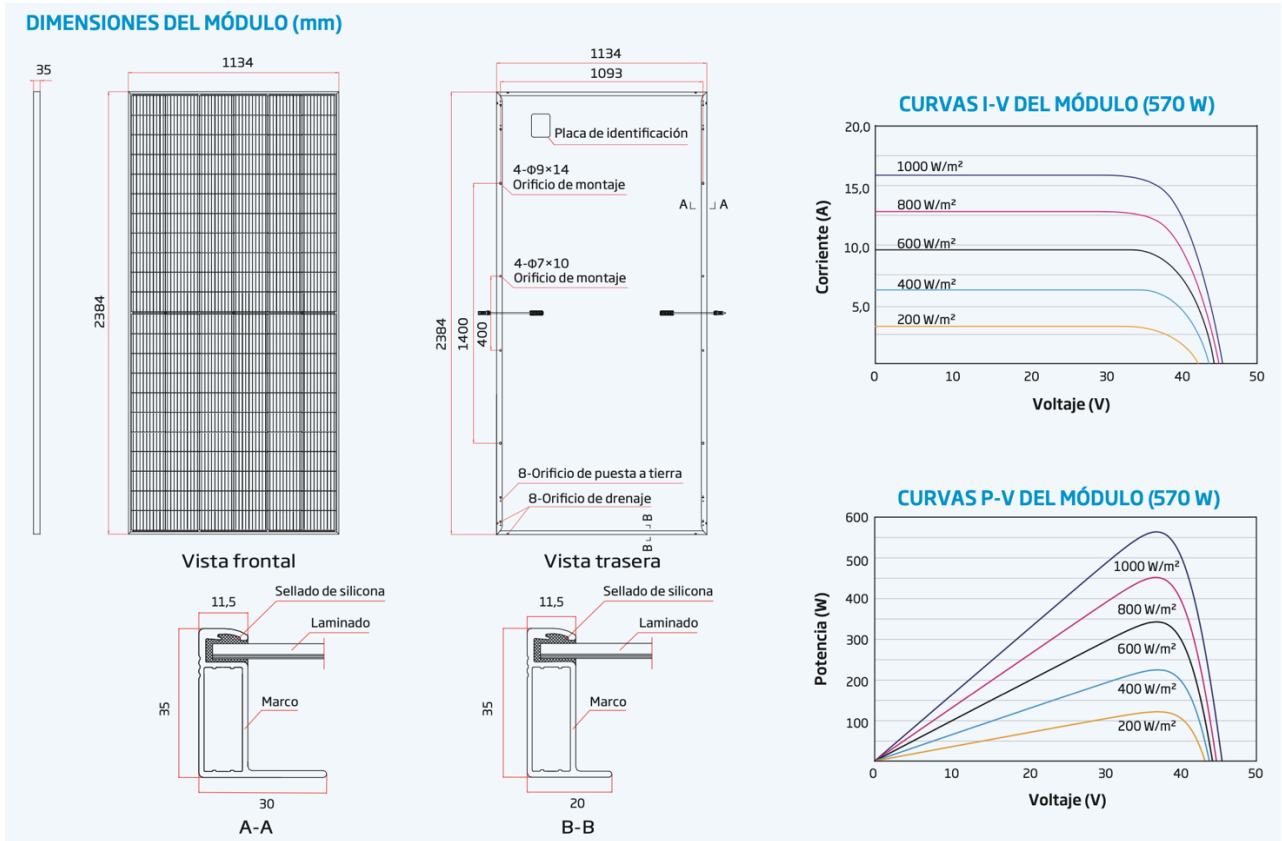
Potencia máxima (Wp)	439
Tensión en máxima potencia (V)	35,9
Corriente en máxima potencia (A)	12,2
Tensión de circuito abierto (A)	43,6
Corriente de cortocircuito (A)	12,84

DATOS MECÁNICOS

Células solares	Monocristalinas
Número de células	132
Dimensiones	2384 x 1134 x 35 mm
Peso	29,1 kg

Nota: *STC: Irradiancia de 1000W/m², Temperatura de la célula de 25°C, AM 1,5.

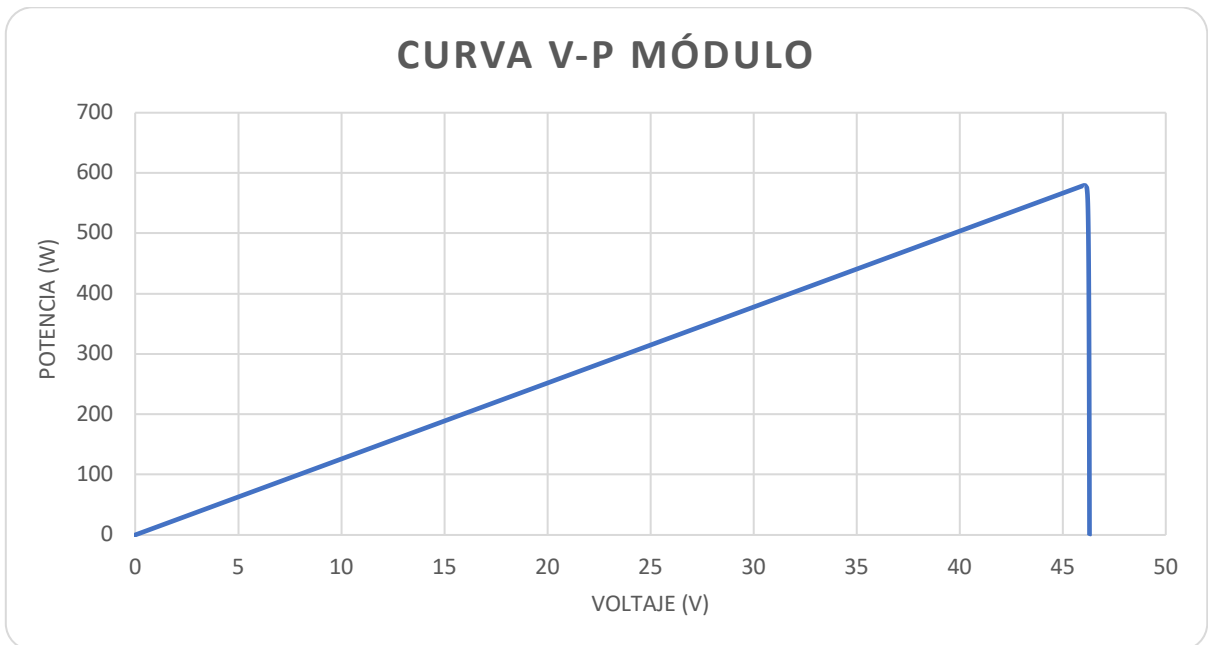
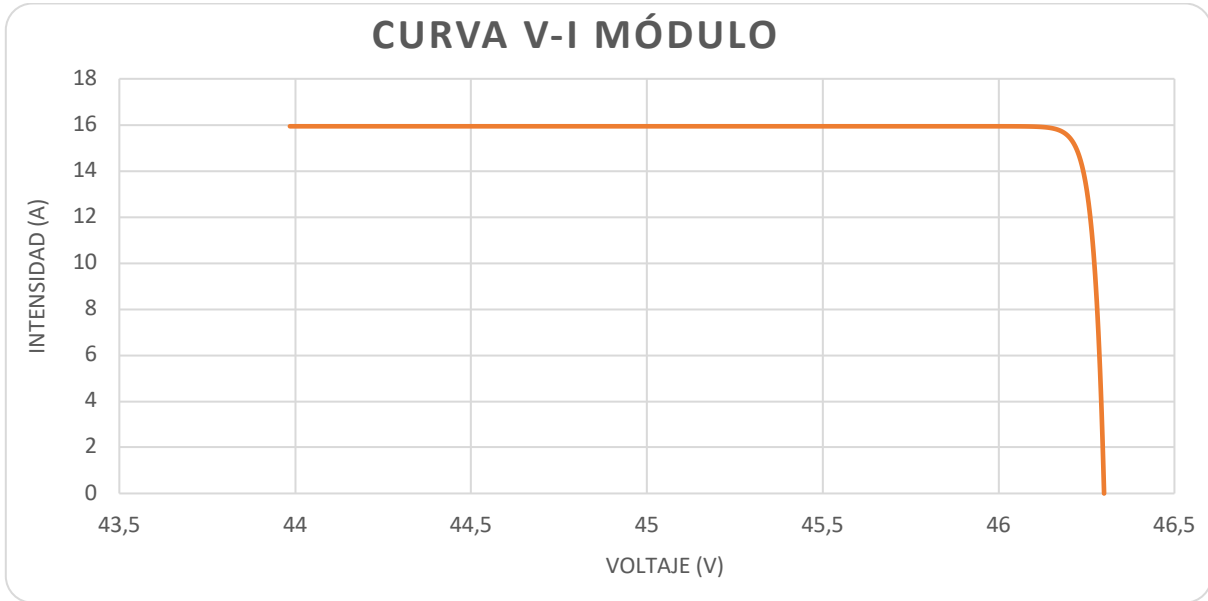
Nota: *NOCT: Irradiancia de 800W/m², Temperatura de la célula de 20°C, AM 1.



Nota: Fuente TrinaSolar

Además, estudiamos la influencia de la radiación en la producción fotovoltaica; así como, la influencia de la temperatura en la producción (ver anexo cálculo). Todo ello, para posteriormente obtener las gráficas voltaje e intensidad y voltaje y potencia para nuestro módulo (ver figura 10).

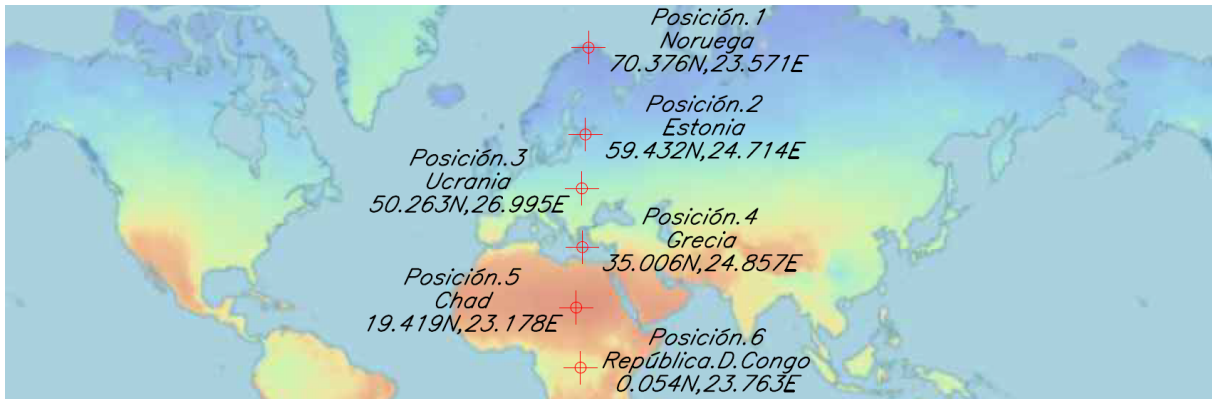
Figura 10. Gráficas V-I y V-P para el módulo Vertex de Trina Solar de 580W.



2.2. PRODUCCIÓN PVGIS

Posteriormente, realizamos el análisis de generación del dispositivo, para lo cual se seleccionaron 6 localizaciones distintas de mayor a menor latitud (ver figura 11) En cada caso se consideró la inclinación de paneles dada por la ecuación 1 (Lorenzo, E., 2,006).

Figura 11. Plano mundial de radiación por escala de colores. Localizaciones utilizadas para análisis de producción de generador/acumulador.



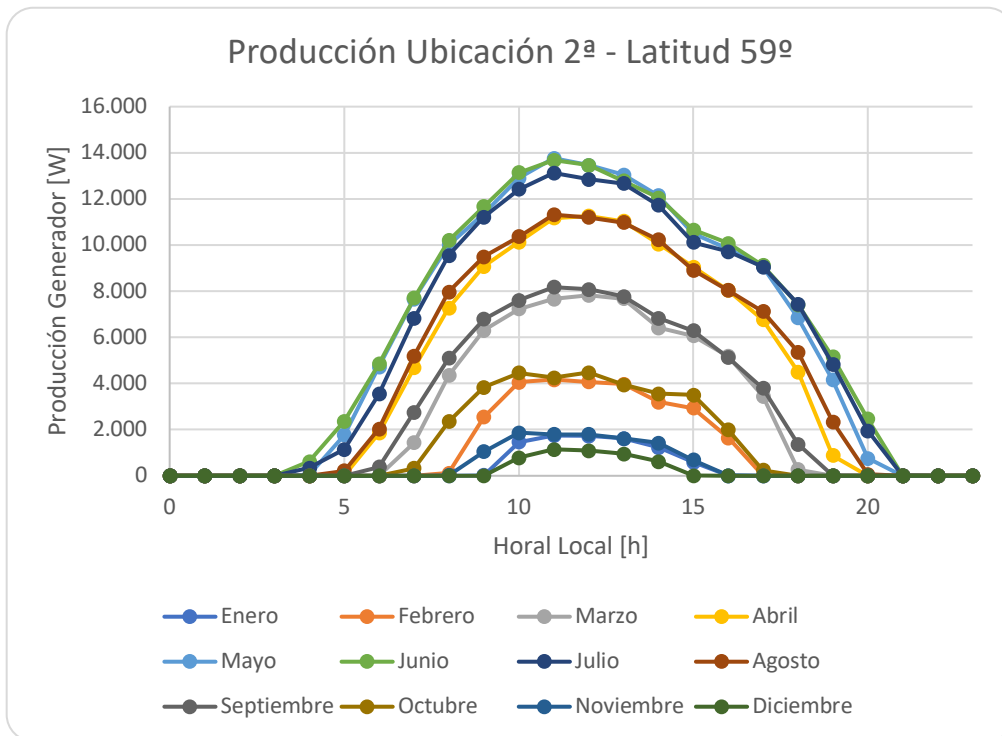
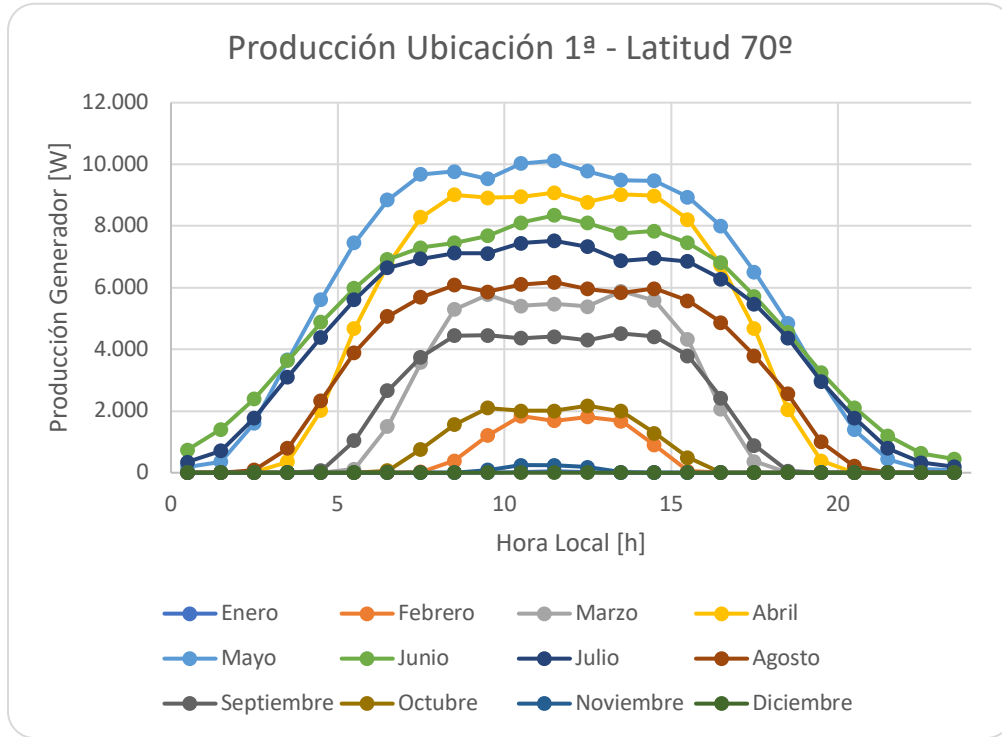
Nota: Fuente PVGIS, CEJR. (2,023)

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \cdot |\varnothing| \quad (1)$$

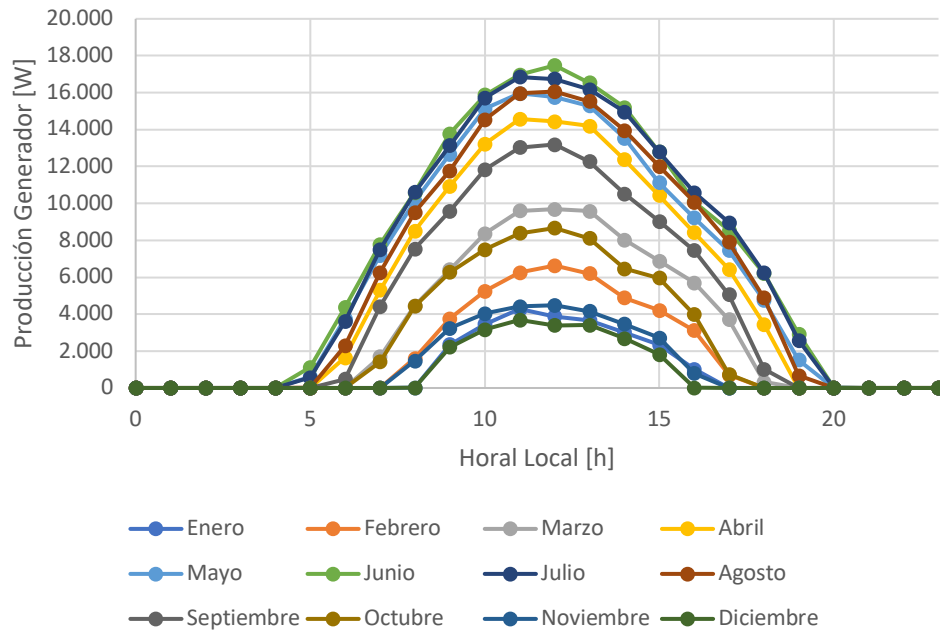
Donde β_{opt} se corresponde con la inclinación óptima del captador en grados, entendiéndose esta como la que maximiza la producción anual y \varnothing la latitud en grados del generador fotovoltaico. Obteniendo así, los distintos β_{opt} según ubicaciones.

Se descargaron por tramos horarios de la aplicación PVGIS (PVGIS, 2,023) para un día tipo de cada mes en hora local con valor de inclinación β_{opt} función de la latitud y azimut (respecto del sur) -90° (Este) y 90° (Oeste), los datos de irradiancia y perfil de temperatura registrados para cada posición objeto de estudio de la base de datos de radiación solar PVGIS-SARAH (ver figura 12).

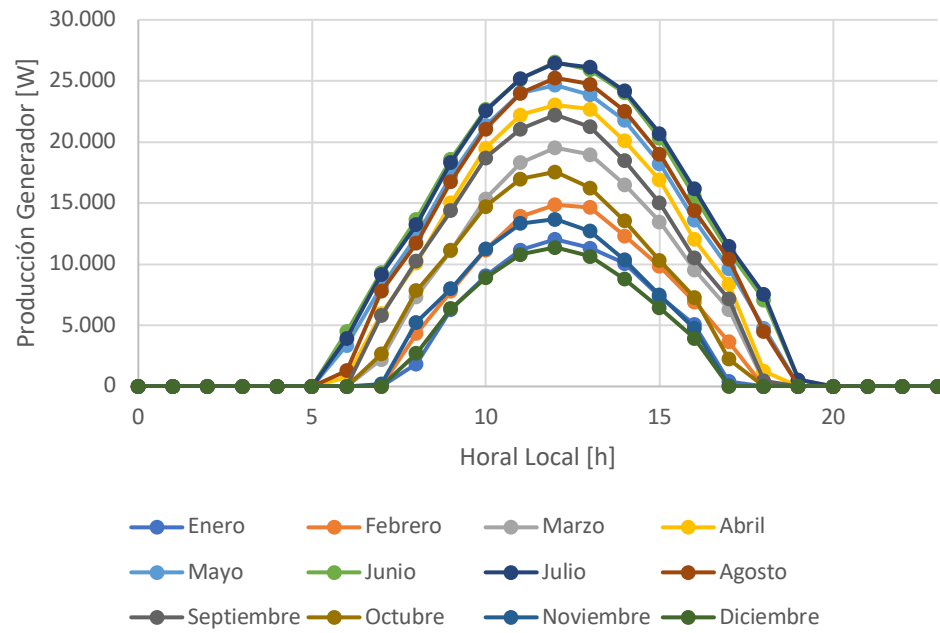
Figura 12. Gráficas y tablas de la producción diaria media anual por ubicaciones.



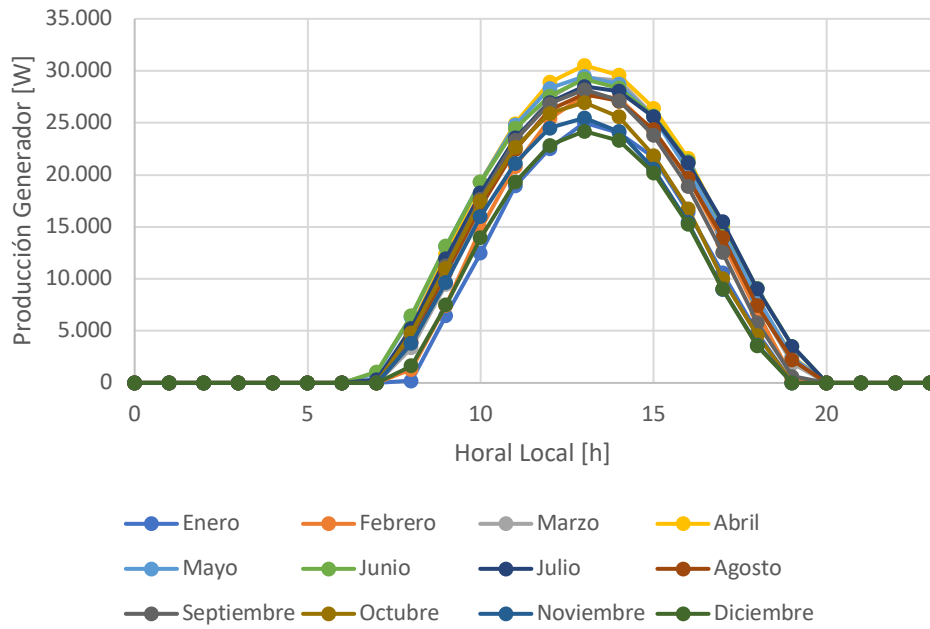
Producción Ubicación 3ª - Latitud 50º



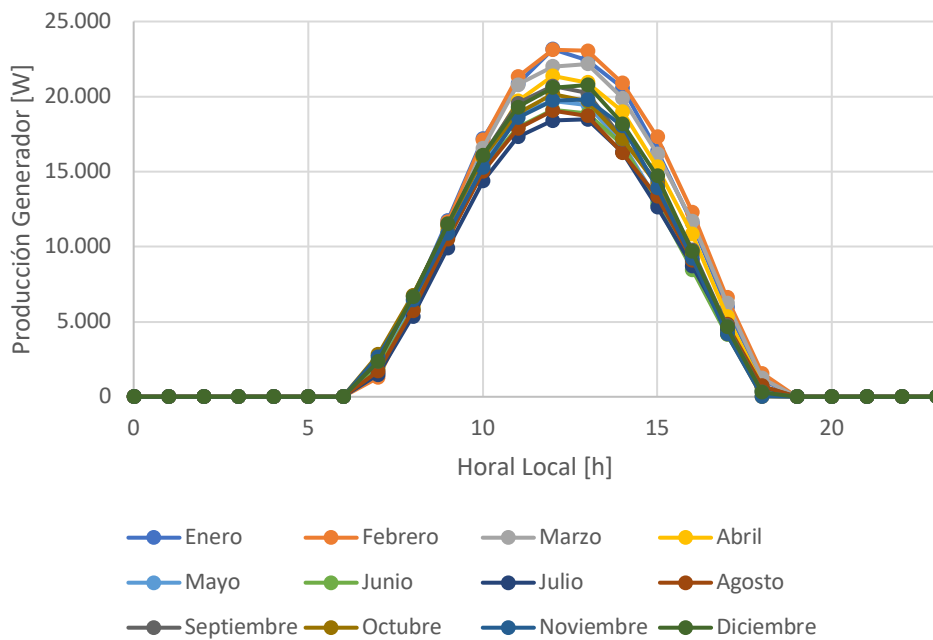
Producción Ubicación 4ª - Latitud 35º



Producción Ubicación 5ª - Latitud 19º



Producción Ubicación 6ª - Latitud 0º





Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0,5	0	0	0	0	187,146517	741,995583	349,50725	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	357,366974	1404,37562	710,971417	9,42708984	0	0	0	0
2,5	0	0	0	18,3844127	1597,52993	2390,24451	1772,33063	87,5812048	0	0	0	0
3,5	0	0	0	353,172111	3656,36086	3639,69148	3107,13076	789,650811	0	0	0	0
4,5	0	0	0	2025,26524	5616,73812	4880,47856	4394,05873	2340,37715	67,725504	0	0	0
5,5	0	0	119,179821	4672,06302	7450,12161	5983,38299	5610,19442	3892,32422	1044,459	0	0	0
6,5	0	0	1502,90457	6734,88783	8839,67566	6911,03351	6643,87234	5067,38626	2660,58125	62,814746	0	0
7,5	0	29,8102843	3574,12079	8282,41503	9673,73424	7300,10274	6939,14605	5693,7342	3754,02161	758,440096	0	0
8,5	0	386,601289	5298,85928	9006,15446	9771,21709	7449,94498	7120,98571	6082,90864	4445,54279	1558,65264	8,61493231	0
9,5	0	1203,13088	5775,21742	8920,43095	9533,97167	7680,72258	7110,88629	5869,33184	4459,07882	2101,73576	89,5573618	0
10,5	20,6555456	1839,11734	5406,86134	8945,71514	10029,7798	8111,13627	7448,92042	6105,25068	4363,26705	2011,16716	238,448438	0
11,5	48,2038404	1680,49731	5476,14759	9080,74424	10117,1985	8342,56558	7519,98693	6179,22678	4415,20971	2009,15801	243,176718	0
12,5	24,8860568	1810,36861	5389,95086	8772,70519	9779,56363	8097,33715	7334,5625	5956,84521	4302,50581	2172,01727	176,807964	0
13,5	0	1679,61956	5887,8852	9023,24854	9487,99514	7762,30336	6877,52664	5835,94965	4514,01336	1997,90713	18,1516515	0
14,5	0	894,776134	5582,27252	8979,63903	9466,90806	7842,86505	6954,90311	5967,75617	4415,23829	1285,40316	0	0
15,5	0	56,179937	4319,53686	8211,53624	8937,29079	7450,81704	6849,02919	5573,04354	3790,31861	492,435081	0	0
16,5	0	0	2065,14557	6729,84248	7995,67998	6810,88749	6283,6831	4867,78065	2424,65931	2,56882096	0	0
17,5	0	0	365,210057	4676,90268	6514,82197	5724,14678	5474,45216	3795,27585	883,556974	0	0	0
18,5	0	0	0	2052,7614	4847,4222	4551,33333	4368,1267	2557,7342	51,522601	0	0	0
19,5	0	0	0	392,014174	2997,7434	3252,67117	2958,44693	1002,6536	0	0	0	0
20,5	0	0	0	2,59245673	1393,79059	2110,31414	1779,08467	212,704413	0	0	0	0
21,5	0	0	0	0	435,296251	1199,97181	797,373399	6,59879235	0	0	0	0
22,5	0	0	0	0	122,437145	627,770132	321,873061	0	0	0	0	0
23,5	0	0	0	0	80,3775791	443,115335	192,6319	0	0	0	0	0
	93,7454428	9580,10134	50763,2919	106880,475	138890,168	120709,207	108919,684	77893,541	45591,7007	14452,2999	774,757065	0
MÁX [W]	10117,1985											
MÍN [W]	0											

Nota: I Producción diaria media ubicación 1 - Latitud 70°



Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	41,685266	610,693954	333,41497	0	0	0	0	0
5	0	0	0	23,7708928	1766,50783	2371,30931	1144,13506	216,403249	0	0	0	0
6	0	0	0	1849,7133	4725,25034	4852,7144	3540,49664	2027,68601	376,743818	0	0	0
7	0	0	1430,54822	4677,50017	7663,9695	7698,67318	6811,45534	5198,2392	2746,36393	324,654045	0	0
8	0	116,966608	4341,44436	7268,25793	10006,9417	10207,2049	9544,92613	7972,87388	5095,09978	2354,98882	15,899137	0
9	22,8031116	2549,71932	6308,17028	9084,51155	11365,7655	11678,0469	11219,2115	9496,26172	6782,90133	3840,5293	1050,8443	0
10	1468,74746	4059,11474	7229,47821	10131,9777	12902,8318	13142,1451	12418,4661	10369,1065	7613,83221	4460,60858	1870,71153	785,443521
11	1744,2474	4173,10775	7664,38301	11178,1995	13766,381	13682,0765	13125,1046	11317,7374	8173,69965	4257,03052	1797,0731	1148,78217
12	1719,75275	4063,76409	7825,02003	11257,498	13461,7137	13465,9567	12849,9959	11200,1604	8084,72664	4479,79549	1791,03216	1083,43653
13	1609,97233	3979,01021	7674,87975	11028,9735	13041,41	12774,7408	12668,0726	10975,1122	7775,13136	3946,73715	1622,30242	950,009405
14	1222,04607	3203,47656	6415,91008	10050,8898	12146,5896	12050,0315	11733,4967	10222,6007	6826,44975	3553,73615	1421,54543	619,473276
15	582,613292	2934,84486	6065,90951	9049,46421	10501,7057	10661,9356	10122,0047	8905,89976	6289,86601	3496,95113	689,311066	0,90675227
16	0,61032722	1639,68805	5185,69914	8042,63853	9822,28145	10073,6656	9709,64959	8033,08315	5125,64669	1994,77439	0,59805062	0
17	0	19,3884435	3441,61621	6757,88713	9065,69107	9118,73181	9048,2066	7125,38321	3798,88459	242,915344	0	0
18	0	0	271,972664	4499,48386	6848,17489	7411,761	7443,53627	5361,76093	1370,47377	0	0	0
19	0	0	0	878,205061	4147,71169	5145,62723	4838,28138	2334,83904	0,28955752	0	0	0
20	0	0	0	0	760,807108	2462,00038	1945,13093	59,7315622	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	11,3668993	0,99809351	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8370,79274	26739,0806	63855,0315	105778,971	142035,418	147418,682	138496,583	110816,879	70060,1091	32952,7209	10259,3172	4588,05166
MÁX [W]	13766,381											
MÍN [W]	1148,78217											

Nota: II Producción diaria media ubicación 2 - Latitud 59°



Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	622,299054	1116,44775	563,811322	3,72579969	0	0	0	0
6	0	0	0	1633,00083	3756,106	4363,51346	3598,10597	2284,04093	482,426147	0	0	0
7	0	0	1693,83014	5297,29545	7187,6025	7772,4247	7504,51276	6259,94894	4409,48196	1420,46707	0	0
8	11,6292553	1599,26737	4446,35884	8497,81856	10092,6971	10588,1755	10597,6286	9505,52421	7530,88591	4439,56273	1463,25088	4,24531797
9	2357,11442	3752,03458	6413,92015	10925,5995	12673,1576	13778,64	13140,2729	11757,994	9579,48255	6272,44586	3234,07527	2206,73722
10	3467,22636	5237,61534	8375,42343	13218,8003	15124,7824	15879,3614	15714,6541	14546,2482	11840,5182	7504,83497	4040,97761	3165,67334
11	4281,30878	6245,32057	9595,05984	14572,2898	15967,2823	16970,3046	16843,3786	15968,172	13036,9146	8386,06415	4411,02845	3687,48342
12	3870,77691	6632,0087	9691,16597	14430,8323	15749,3602	17476,9943	16742,1406	16060,7821	13193,5566	8664,83504	4483,09982	3396,03595
13	3670,28012	6191,85371	9574,80776	14192,2518	15281,1485	16534,0378	16175,7815	15531,9192	12263,2821	8106,12944	4161,56926	3413,31284
14	3017,90542	4877,1041	8024,57632	12380,3401	13530,8836	15200,365	14958,6025	13945,0303	10516,5801	6457,85036	3460,38508	2676,30538
15	2339,04374	4204,21952	6877,78335	10421,9354	11123,5557	12795,7619	12791,3864	12006,0558	9027,16534	5964,44128	2714,18627	1821,76731
16	1009,02403	3110,19971	5698,59416	8425,68483	9220,11622	10076,3065	10588,2259	10070,1895	7441,85757	3988,13846	793,368579	10,8387467
17	0	697,763579	3704,28692	6417,24451	7452,6107	8536,27377	8950,23154	7906,99191	5059,65419	743,033135	0	0
18	0	0	315,946403	3438,36867	4746,49915	6196,66018	6228,92376	4880,69213	1017,57121	0	0	0
19	0	0	0	1,4539401	1517,45331	2921,98245	2584,1957	676,89267	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	12,1671186	6,19080338	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24024,309	42547,3872	74411,7533	123852,916	144045,554	160219,416	156988,043	141404,208	105399,376	61947,8025	28761,9412	20382,3995
MÁX [W]	17476,9943											
MÍN [W]	3687,48342											

Nota: III Producción diaria media ubicación 3 - Latitud 50°



Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	766,476419	3361,14704	4502,94252	3946,26824	1304,30302	18,2344967	0	0	0
7	0	9,59466256	2227,12981	5963,78356	8156,03426	9343,36812	9175,88478	7802,81403	5815,75484	2651,34432	190,802042	0
8	1840,12714	4333,30228	7338,23952	10111,9078	12305,4962	13696,5671	13248,2834	11726,1148	10276,537	7837,44897	5261,60372	2710,40865
9	6296,79917	7796,74617	11132,8235	15022,9485	17258,3459	18606,0061	18338,1594	16772,0265	14398,9946	11156,8393	7998,84685	6371,21572
10	9059,83227	11184,1673	15356,1823	19508,6628	21368,8997	22663,5922	22572,0574	21058,2569	18720,4683	14726,5434	11239,3211	8892,66505
11	11185,1362	13912,5109	18311,8349	22233,2543	24037,7478	25162,0115	25206,567	23994,2221	21083,4886	16977,9027	13340,7715	10798,9124
12	12036,8887	14868,7993	19532,6359	23026,0188	24649,9203	26545,0598	26458,0686	25248,4799	22232,3378	17559,419	13692,2607	11381,2925
13	11340,8821	14656,6776	18970,4217	22682,2131	23873,4582	25916,9179	26132,3527	24744,0052	21244,869	16260,6075	12718,5852	10645,7124
14	10076,1945	12337,1709	16526,7745	20102,5908	21780,9813	24023,5175	24188,5837	22549,925	18474,4272	13556,0399	10359,6081	8800,33273
15	7361,98759	9828,81345	13466,2824	16901,5763	18236,7578	20318,9446	20708,8841	19020,6625	15032,3028	10311,781	7474,5794	6422,32786
16	5061,15231	6931,97303	9543,81587	12036,9621	13622,0231	15570,8475	16161,0673	14394,5064	10529,7411	7294,81444	4750,87947	3957,21969
17	405,460804	3655,52756	6305,39533	8359,34844	9654,66508	11014,2496	11497,0541	10402,4245	7170,38387	2254,72384	51,2750417	7,19770077
18	0	2,60509837	400,654394	1257,09648	4791,68962	7080,9513	7537,88552	4493,14359	452,304313	0	0	0
19	0	0	0	0	44,1910819	547,536139	529,147165	15,771803	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	74664,4609	99517,8882	139112,19	177972,839	203141,357	224992,512	225700,264	203526,656	165449,844	120587,464	87078,5331	69987,2847
MÁX [W]	26545,0598											
MÍN [W]	11381,2925											

Nota: IV Producción diaria media ubicación 4 - Latitud 35°



Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	11,14481	976,337983	1070,45599	320,986015	0	0	0	0	0
8	197,840732	1324,73384	3365,92064	5404,12415	6366,20186	6470,32316	5262,578	3950,4428	4675,37272	4828,86235	3792,65803	1660,40822
9	6468,5807	7476,0834	9498,91143	12421,1456	13140,9768	13148,8708	11971,1311	10645,1724	11246,1958	11037,5043	9690,73807	7508,30206
10	12483,744	14835,0836	16960,2701	19347,8746	19337,3776	19319,578	18273,7408	16941,2494	17676,1867	17496,3041	16012,2532	13956,5794
11	18936,614	20831,5067	23143,3632	24928,4734	24788,9027	24464,159	23568,7753	22447,6413	23356,1501	22631,2933	21123,3895	19306,3717
12	22529,5754	25402,665	27415,7773	28896,1442	28330,679	27597,9991	26958,3914	26230,5095	26832,7782	25920,5742	24496,2108	22862,1456
13	25012,144	27657,407	29349,14	30530,5203	29463,3906	29201,6033	28507,5363	27759,2781	28196,1852	26954,0022	25474,4229	24196,8363
14	24039,2852	27382,9254	29088,4632	29574,8428	28728,4157	28366,4974	28053,8056	27088,0628	27142,9888	25599,3041	24186,8212	23321,9978
15	21681,6199	24235,253	25677,5675	26420,909	25596,2668	25685,5955	25600,2092	24365,7326	23796,0217	21849,2751	20566,1547	20202,1517
16	16447,8497	19700,9255	21107,8043	21576,7282	20426,6243	21279,1658	21156,9622	19665,3236	18871,769	16773,2766	15420,8634	15256,3898
17	10565,9818	13484,3389	14697,3379	15089,3745	14601,4102	15310,4987	15498,6794	13977,5485	12549,535	10012,7942	9002,25193	9048,90312
18	4809,51808	6795,62866	7515,41227	8119,22317	8203,94264	9086,86666	9037,87	7441,7283	5806,1497	4571,84808	3652,04629	3554,0706
19	3,40662321	448,461178	1855,49641	2513,22542	2449,92759	3530,32683	3532,90003	2217,18623	645,532368	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	163176,16	189575,012	209675,464	224833,73	222410,454	224531,94	217743,565	202729,876	200794,865	187675,039	173417,81	160874,156
MÁX [W]	30530,5203											
MÍN [W]	24196,8363											

Nota: V Producción diaria media ubicación 5 - Latitud 19°



Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1654,07241	1282,23443	1546,74277	2065,19012	2131,35926	1882,54612	1470,4028	1701,57803	2357,33471	2806,14817	2660,91966	2356,91425
8	6467,56319	5903,72697	5902,24771	6116,40078	6263,92274	5818,27053	5351,4533	5743,84515	6705,5228	6764,39388	6448,92904	6671,58046
9	11742,421	11639,0571	11117,1954	11043,1368	10869,4389	10531,4451	9917,14931	10512,6073	11457,7396	11378,4771	10872,614	11515,5048
10	17214,8525	17089,8485	16565,3394	15814,3238	15432,2326	15177,2033	14368,3893	15018,4524	16060,3006	15953,1365	15283,703	16099,9047
11	20846,6105	21327,0682	20777,9721	19703,4392	18866,6713	17943,9246	17319,4943	17873,7977	19552,9905	18880,9523	18584,1061	19298,4645
12	23150,1118	23113,7351	22000,8738	21374,2502	19702,3656	19113,9789	18398,4309	19058,9699	20704,4296	20161,0827	19743,0157	20596,178
13	22421,1301	23048,4911	22162,9655	20928,9197	19432,7341	18869,6571	18483,2354	18723,9434	20226,5951	19700,8624	19803,3201	20769,2033
14	20581,0964	20892,235	19900,2685	18998,2672	16853,9119	16772,1474	16279,3389	16250,3552	17166,0089	17177,9644	18027,2582	18189,1952
15	16399,1898	17315,1975	16175,867	15306,7391	13082,3726	12825,0238	12633,2347	13348,1558	14329,1409	14099,9934	13917,3437	14713,5434
16	11551,6974	12300,234	11690,01	10825,3415	8908,40407	8457,40638	8724,43572	9108,58494	9778,12292	9484,10556	9212,45955	9680,90547
17	5979,9343	6616,54601	6238,97925	5358,93474	4418,59108	4130,89857	4506,29985	4810,84327	4742,69144	4206,80456	4173,78049	4642,77249
18	1124,34599	1557,30289	1229,52516	674,182685	396,384016	473,316283	690,346244	730,598947	308,224333	26,9929467	20,8761198	305,844978
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	159133,025	162085,677	155307,987	148209,126	136358,388	131995,818	128142,211	132881,732	143389,101	140640,914	138748,325	144840,012
MÁX [W]	23150,1118											
MÍN [W]	20769,2033											

Nota: VI Producción diaria media ubicación 6 - Latitud 0°



2.3. INVERSOR GENERADOR

A partir de los resultados previos se planteó un esquema para nuestro generador/acumulador con acoplamiento en corriente alterna. Comenzamos eligiendo dos inversores generadores marca Fronius, modelo SYMO 15.0-3-M (ver figura 13) que cumplieran los requisitos para la posición más restrictiva. A la salida de estos inversores generadores, se cuenta con un embarrado de alterna y posterior conexión a los inversores cargadores.

$$F_s = \frac{P_{INV,DC}}{P_{Pico}} \quad (3)$$

Donde:

F_s es el factor dimensionado inversor (según tabla)

$P_{INV,DC}$ es la potencia de entrada nominal que puede admitir el inversor en corriente continua

P_{Pico} es la potencia pico de nuestra instalación (ecuación 4)

$$P_{Pico} = N^{\circ} \text{módulos} \times \text{Potencia nominal STC} \quad (4)$$

Figura 13. Datos técnicos inversor Fronius SYMO 15.0-3-M.

DATOS DE ENTRADA

Máxima corriente de entrada (A)	33 / 27
Máxima corriente de entrada total utilizada (A)	51,0
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (A)	49,5 / 40,5
Mínima tensión de entrada (V)	200
Tensión CC mínima de puesta en servicio (V)	200
Tensión de entrada nominal (V)	600
Máxima tensión de entrada (V)	1000
Rango de tensión MPP (V)	320 – 800
Número de seguidores MPP	2
Número de entradas CC	3 + 3



Máxima salida del generador FV	22,5 kW peak
--------------------------------	--------------

DATOS DE SALIDA

Potencia nominal CA (W)	15000
Máxima potencia de salida (VA)	15000
Máxima corriente de salida (A)	21,7
Acoplamiento a la red (V)	220 (+20% / -30%)
Frecuencia (Hz)	50 / 60
Coefficiente de distorsión no lineal 1,8%	1,5

DATOS GENERALES

Dimensiones (anchura x altura x profundidad) (mm)	725 x 510 x 225
Peso (Kg)	43,4
Consumo nocturno (W)	<1
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada
Instalación	Instalación interior y exterior
Margen temperatura ambiente	-40 - +60 °C
Humedad de aire admisible	0 – 100 %
Máxima altitud (m)	3400

Nota: Fuente Fronius.



2.4. CONFIGURACIÓN DEL CAMPO

Para la elección de la distribución, se priorizo la optimización del espacio ofrecido por el contenedor pero cerciorándonos del cumplimiento con los requerimientos necesarios que se expresan en las ecuaciones de la 5 a la 10 para la elección de las conexiones entre ellos.

Para determinar el número de módulos en serie:

$$\text{máx}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,MÁX}}{V_{OC}(T_c=-10^{\circ}\text{C})} \right] \quad (5)$$

$$\text{máx}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,MÁX,MPP}}{V_{OC}(T_c=-10^{\circ}\text{C})} \right] \quad (6)$$

$$\text{mín}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,MÍN,MPP}}{V_{OC}(T_c=70^{\circ}\text{C})} \right] \quad (7)$$

$$\text{mín}(N_{ms}) = \text{Int} \left[\frac{V_{INV,NOM}}{V_{OC}(T_c=55^{\circ}\text{C})} \right] \quad (8)$$

Para determinar el número máximo de módulos en serie en función del inversor seleccionado se considerará la temperatura de la célula de -10°C , siendo este un criterio muy conservador pero extendido.

Para determinar el número de módulos en paralelo:

$$\text{máx}(N_{mp}) = \text{Int} \left[\frac{I_{INV,SC,MÁX}}{I_{SC}} \right] \quad (9)$$

$$\text{máx}(N_{mp}) = \text{Int} \left[\frac{I_{INV,MÁX}}{I_{MPP}} \right] \quad (10)$$

Donde:

$\text{máx}(N_{ms})$ es el máximo de módulos en serie

$\text{mín}(N_{ms})$ es el mínimo de módulos en serie

$\text{máx}(N_{mp})$ es el máximo de módulos en paralelo

V_{INV} es la tensión del inversor

V_{OC} es la tensión a circuito abierto para cada temperatura del módulo fotovoltaico

I_{INV} es la corriente de entrada al inversor

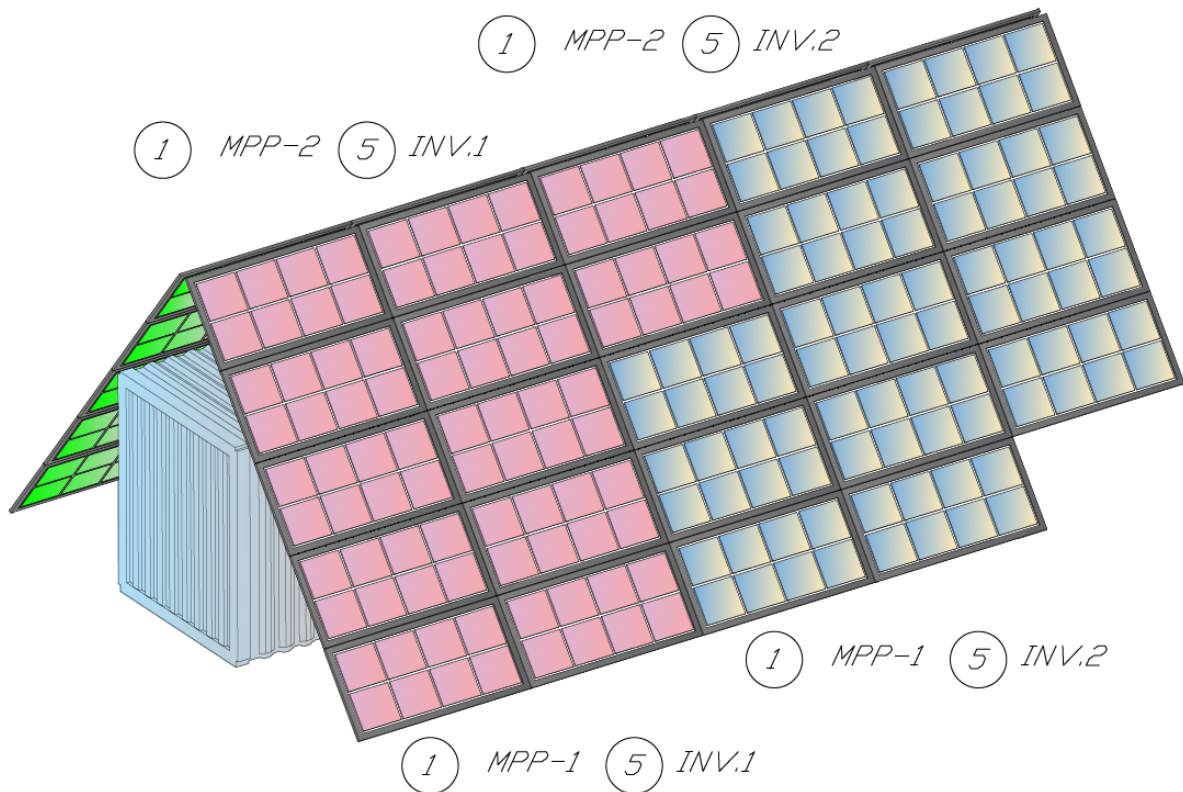
I_{SC} es la intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico

I_{MPP} es la intensidad nominal del módulo fotovoltaico

Quedando, por lo tanto, dispuestos un total de 48 paneles fotovoltaicos de 580 W de la marca Trina Solar modelo Vertex TSM-580 DE19R (ver figura 14) a dos aguas: uno orientado al este y otro al oeste. Colocando 2 strings por cada uno de los 2 inversores generadores con 12 módulos por string como se muestra en la figura 2.

Además, se cuenta con un cuadro eléctrico de protección con protecciones de sobreintensidad y sobretensiones transitorias para cada string, el embarrado de alterna a la salida de los inversores generadores, con una salida a inversores cargadores.

Figura 14. Perspectiva exterior generador/acumulador fotovoltaico. Strings y distribución en inversores de generación.





2.5. PRODUCCIÓN CAMPO

Una vez seleccionada la orientación, colocación y acoplamiento de los módulos, se procede al cálculo de la producción de nuestro diseño concretamente. En el anexo de cálculo se muestra la producción para cada orientación en cada una de las situaciones. La mayor producción la obtenemos para la posición 5 en orientación oeste (ver figura 15) siendo esta la que más nos interesa.

El cálculo de la potencia generada en el punto de máxima potencia se obtuvo por aplicación de las ecuaciones 11 y 12 que siguen:

$$P_{mpp} = P_{mpp\ STC} \cdot \left[1 + \frac{\gamma_{\%/^{\circ}C}}{100} \cdot (T_c - 25) \right] \cdot \frac{G}{G_{STC}} \quad (11)$$

$$T_c = T_a + G \cdot \frac{TONC - 20}{800\ W/m^2} \quad (12)$$

Donde:

P_{mpp} es la potencia en W en el punto de máxima potencia en condiciones de estudio

$P_{mpp\ STC}$ es la potencia en W en el punto de máxima potencia en condiciones estándar

$\gamma_{\%/^{\circ}C}$ es el coeficiente potencia – temperatura del módulo

T_c es la temperatura de funcionamiento de la célula en $^{\circ}C$

G es la irradiancia en W/m^2

G_{STC} es la irradiancia en condiciones estándar

T_a es la temperatura ambiente en $^{\circ}C$

$TONC$ es la temperatura de operación nominal en condiciones de:

$800\ W/m^2$, T_a de $20\ ^{\circ}C$ y velocidad del viento de $1.5\ \frac{m}{s}$

Nota: Condiciones estándar: Irradiancia $1,000\ W/m^2$, AM 1.5 y T^a ambiente $25^{\circ}C$

La potencia obtenida según párrafo anterior fue corregida por aplicación de un coeficiente de 0.9 donde se incluyen las pérdidas por mismatch, polvo y suciedad, cableados, calidad del módulo e inversor (Osorio Laurencio, L., & Montero Laurencio, R. 2,016).



Figura 15. Producción de un contenedor en la ubicación número 5.

Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00	0	0	0	5,42951823	249,650074	304,058442	109,468415	0	0	0	0	0
8:00	38,0946288	280,205073	735,418692	1241,69852	1275,05763	1306,94219	1265,17066	1229,31569	1213,12861	1034,5636	691,608555	328,139481
9:00	1170,19655	1207,88739	2250,98798	3365,2486	3996,62436	3988,03159	3567,7679	3220,11685	3184,80104	2861,08816	2083,49152	1207,11243
10:00	3710,64742	4442,53965	5565,46511	6805,62177	7130,25212	7102,61383	6620,37436	6175,45423	6307,20355	6132,68112	5303,09838	4297,20748
11:00	7117,48103	7891,93627	9093,00864	10145,0503	10333,5844	10169,8085	9698,89582	9258,52112	9596,50604	9296,48783	8480,17059	7471,79917
12:00	9791,08292	11015,1434	12118,8284	13050,9356	12958,7578	12582,3035	12198,6314	11876,6777	12220,0579	11888,6859	11141,8987	10164,895
13:00	12098,767	13294,2042	14247,6719	15020,1905	14579,4016	14386,8788	13958,0217	13616,7209	13980,9295	13530,9291	12793,9268	11949,9831
14:00	12760,1809	14396,263	15344,8868	15723,5533	15282,9609	15002,5789	14754,1526	14281,658	14546,8655	13968,3783	13301,6488	12649,4764
15:00	12616,5865	13904,3609	14698,6107	15181,8347	14628,5654	14565,6637	14446,6475	13786,8063	13767,1234	12987,8495	12438,8014	12066,711
16:00	10601,6468	12434,6463	13219,7461	13494,339	12598,3448	13021,4226	12856,621	11977,5615	11912,9109	11019,4179	10461,4134	10211,5832
17:00	7743,21435	9640,66518	10280,5977	10468,355	9879,78342	10220,7359	10280,9635	9309,47658	8820,03313	7488,77914	7257,70651	7127,42587
18:00	3811,63169	5595,46504	6200,58681	6601,43576	6328,53365	6854,473	6677,55689	5487,02744	4388,17533	3622,50795	3040,25504	2868,24243
19:00	1,7033116	349,417558	1487,42381	2006,06714	1786,11148	2667,09958	2604,67989	1525,76327	462,98757	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	81461,2331	94452,734	105243,233	113109,76	111027,628	112172,611	109038,952	101745,1	100400,722	93831,3685	86994,0197	80342,5756
MAX.	113,11	kWh										
MIN.	80,3426	kWh										

2.6. INVERSOR CARGADOR

La elección del inversor cargador que utilizaremos se llevó a cabo gracias a los protocolos comunes que nos ofrecen las marcas Fronius y Victron permitiendo un control total de la instalación desde el mismo sistema GX. Además, este inversor es compatible con baterías de ión de litio, como las que utilizaremos para almacenar la energía. Para asegurar la correcta conexión entre ambos inversores, se eligen tres inversores modelo Quattro de 15kVA de la marca Victron cuya ficha técnica se muestra en la figura 16.

Figura 16. Datos técnicos inversor cargador Victron Quattro.

DATOS DE INVERSOR

Potencia continua de salida a 25°C (VA)	15000
Pico de potencia (W)	25000
Eficacia máxima (%)	96
Consumo en vacío	110

DATOS DE CARGADOR

Tensión de carga de absorción (VCC)	57,6
Tensión de carga de flotación (VCC)	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	52,8
Corriente de carga batería auxiliar (A)	200

DATOS GENERALES

Dimensiones (anchura x altura x profundidad) (mm)	572 x 488 x 344
Peso (Kg)	72

Nota: Fuente Victron.

Desde los inversores cargadores se configura una conexión por medio de embarrado de continua al bloque de baterías dispuesto; otra salida desde un embarrado de alterna al consumo de nuestra instalación; y una última, para conectar el generador/acumulador a red, grupo electrógeno. Dichas salidas finales, lo hacen por interposición de un cuadro eléctrico que incorpora mecanismo magnetotérmico, diferencial y un contador.

2.7. ACUMULADOR

Las baterías seleccionadas son de la marca Pylontech, modelo US3000C cuya ficha técnica a continuación se muestra (ver figura 17). Estas baterías de litio de última tecnología nos permiten acumular lo generado por el campo fotovoltaico hasta en dos días de potencia pico disfrutando además de una buena profundidad de descarga.

Además, estas baterías permiten la conexión en rack de hasta 16 baterías, aunque en nuestro caso, la conexión será de 64 baterías agrupadas en 8 bloques conectados en paralelo de 8 baterías cada uno. Al igual que ambos inversores, disponen también de un protocolo común con Victron y Fronius permitiendo el uso de un mismo procesador GX.

Figura 17. Datos técnicos batería Pylontech US3000C.

PARÁMETROS BÁSICOS

Tensión nominal (V)	48
Capacidad nominal (Wh)	3552
Dimension (mm)	442 x 420 x 132
Peso (Kg)	32
Tensión de descarga (V)	44,5 – 53,5
Tensión de carga (V)	52,5 – 53,5
Corriente de carga y descarga (A)	37 (recomendado) – 90 (pico)

Nota: Fuente Pylontech.

2.8. PROCESADOR GX

Todo ello se coordina y gestiona por medio de un procesador, en este caso hemos elegido el Color Control GX de la marca Victron que como hemos mencionado anteriormente y como se puede observar las fichas técnicas de los inversores (ver anexo fichas técnicas), tiene compatibilidad con los inversores y las baterías elegidas anteriormente.

2.9. CABLEADO Y PROTECCIÓN CONTINUA, STRING Y ARRAY

Siguiendo la normativa vigente tal y como se muestra más detalladamente en el anexo de cálculo de cableado y protecciones para string y array, se selecciona el cable Prysmian Prysolar H1Z2Z2-K que sigue la norma UNE-EN 50618 / IEC 62930 y es especial para instalaciones fotovoltaicas de baja tensión (ver figura 18).

Figura 18. Características Prysmian Prysun H1Z2Z-K.

PARÁMETROS BÁSICOS

Número de conductores x sección (mm^2)	1 x 10
Diámetro máximo del conductor (mm)	5,1
Radio mínimo de curvatura (mm)	35
Diámetro exterior del cable (mm)	8,8
Intensidad admisible al aire (A)	82
Intensidad admisible al aire $T_{amb}=60^{\circ}C$ y $T_{conductor}=120^{\circ}C$ (A)	98
Intensidad admisible bajo tubo y enterrado (A)	70
Peso aprox. (kg/km)	124
Caída de tensión (V/A km)	3,9

Nota: Fuente Prysmian Group.

Para el resto de la instalación de continua, seleccionamos el cable Harmohny Class XZ1(S) AI de General Cable, Prysmian Group cuyas características físicas y eléctricas a

continuación se exponen (ver figura 19). Este cable presenta buena resistencia a la penetración de la humedad, al desgarrar, a la abrasión y a la intemperie. Además de tener un menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes como plomo y plastificantes. Además, se han elegido protecciones de tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro para el total de la instalación.

Figura 19. Características Harmohny Class XZ1 (S) Al.

PARÁMETROS BÁSICOS

Número de conductores x sección (mm^2)	1 x 70
Diámetro conductor (mm)	10
Espesor de aislamiento (mm)	1,1
Diámetro nominal de aislamiento (mm)	11,9
Radio mínimo de curvatura (mm)	72,5
Diámetro exterior (mm)	14,5
Intensidad máxima de corriente al aire (A)	237 - 206
Intensidad máxima de corriente directamente enterrado (A)	170 - 144
Intensidad máxima de corriente bajo tubo y enterrado (A)	158 - 130
Peso aprox. (kg/km)	265
Resistencia del conductor	0,443 – 0,886

Nota: Fuente Prysmian Group.

2.10. CABLEADO Y PROTECCIÓN ALTERNA

De igual forma, y siguiendo la normativa vigente, se elige un cableado de alterna RZ-1K (AS), Exzhellent Compact de General Cable de $25mm^2$ de sección con unas protecciones de tubo PEMSA RPVC1250 de 40mm de diámetro. En el anexo de cálculo del cableado se puede observar el procedimiento seguido según el Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Figura 20. Características Exzhellent Compact RZ1-K (AS).**PARÁMETROS BÁSICOS**

Número de conductores x sección (mm^2)	1 x 240
Diámetro nominal exterior (mm)	25,7
Radio mínimo de curvatura (mm)	130
Intensidad máxima admisible en bandeja (40°C) (A)	552
Intensidad máxima admisible bajo tubo o canal protectora (40°C) (A)	409
Intensidad máxima admisible enterrado (A)	336
Peso aprox. (kg/km)	2245
Resistencia del conductor a 20°	0,08

Nota: Fuente Prysmian Group.

2.11. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN

Se propone una distribución del total de la instalación en el interior del propio contenedor. Dicha distribución, facilitará el transporte y manejo de nuestro generador acumulador. Ver anexo de planos.

2.12. ANÁLISIS DE POTENCIALIDADES

Finalmente, se hizo un estudio para analizar el funcionamiento y la utilidad de este dispositivo. Para ello, se tomó el consumo eléctrico de una vivienda unifamiliar por tramos horarios para cada día tipo de cada mes del año (ver figura 21). Para posteriormente, compararlo con la producción de nuestro dispositivo en cada una de las distintas ubicaciones planteadas al comienzo del proyecto. En el apartado 'resultados' se explicará con mayor detalle.



Figura 21. Consumo anual para un día tipo de cada mes.

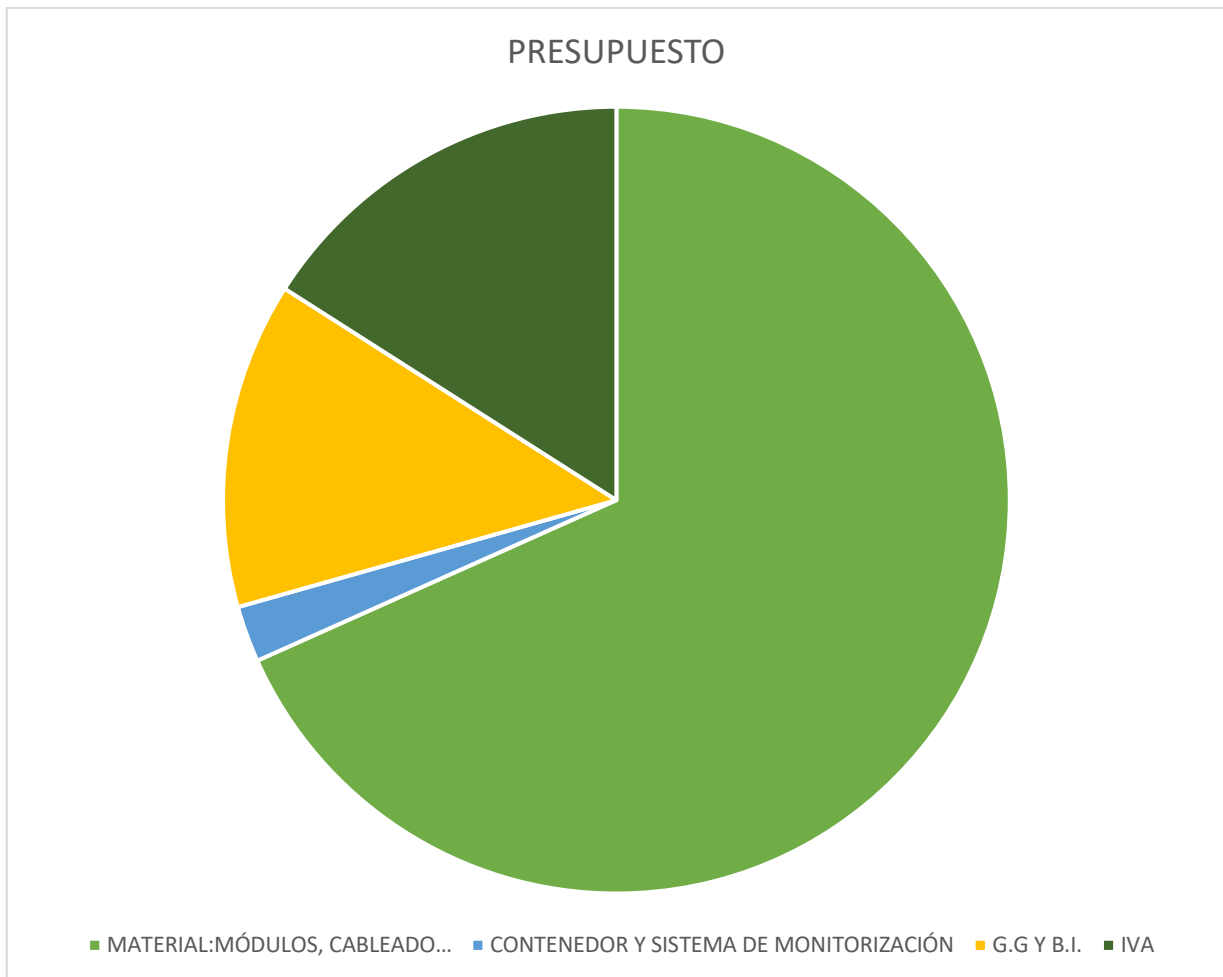
HORAS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	188,689655	227,607143	183,967742	201,866667	208,096774	224,1	208,709677	206,419355	223,6	206,354839	181,566667	200,548387
2	139,724138	136,964286	131,645161	142,466667	143,870968	142,533333	154,612903	161,709677	188	155,516129	149,266667	156,709677
3	116	121,714286	122,870968	128,9	136,064516	135,266667	144,064516	151,032258	156,2	140,741935	119,733333	121,129032
4	106,275862	100,071429	119,258065	112,133333	125,096774	127,133333	146,032258	167,419355	150,266667	131,451613	112,166667	116,870968
5	98,2068966	102,642857	110,483871	114,5	125,483871	125,566667	134,258065	155,193548	146,5	129,677419	127,466667	116,806452
6	106,413793	105,214286	105,258065	119,366667	157,096774	160,6	218,741935	217,548387	195,533333	154,096774	142,266667	160,419355
7	106,62069	117,642857	107,16129	118,166667	123,225806	138,933333	153,774194	158,419355	164,4	144,193548	169,366667	160,290323
8	129,724138	107,107143	113,129032	120,133333	127,516129	136,666667	156,612903	154,580645	140,233333	164,483871	193,5	174,645161
9	140,172414	147,357143	123,322581	153,233333	171,387097	182,133333	170,83871	175,483871	148,366667	203,709677	151,766667	147,741935
10	178,551724	202	210,870968	193,3	250,387097	200	174,16129	180,580645	175,566667	260,516129	261,8	256,225806
11	238,137931	238,321429	227,16129	237,3	175,225806	214,8	190,193548	191,322581	187,866667	256,451613	327	242,83871
12	285,724138	295,357143	293,935484	235,133333	245,709677	269,833333	291,322581	258,225806	303,933333	283,419355	342,866667	280,290323
13	304,896552	337,571429	251,806452	306,333333	230,677419	233,566667	262,870968	260,516129	275,733333	276,83871	284,7	332,290323
14	422,034483	373,785714	305,032258	355,7	218,967742	261,666667	245	288,225806	288,566667	353,322581	335,6	378,354839
15	503,827586	466,214286	392,354839	402,5	378,645161	326,066667	276,096774	313,870968	354,7	406,935484	412,533333	417,096774
16	378,034483	355,25	356,193548	380,333333	374,612903	333,1	265,870968	268,645161	340,9	346,709677	356,7	293,774194
17	231,482759	223,821429	242,741935	238,066667	249,193548	217,266667	216,419355	208,129032	254,4	262,645161	299,933333	215,870968
18	193,137931	162,785714	195,129032	218,833333	204,225806	223,333333	193,967742	177,741935	216,066667	227,064516	276,833333	177,193548
19	211,482759	150,821429	176,354839	183,833333	187,483871	201,566667	290,741935	241,516129	232,366667	222,064516	336,666667	294,709677
20	330,517241	189,892857	195,16129	153,966667	163,419355	185,333333	251,774194	244,032258	213,333333	242,322581	421,766667	389,516129
21	355,586207	289,857143	272,548387	169,566667	191,322581	217,933333	237,806452	212,451613	236,266667	360,387097	522,233333	432,354839
22	384,965517	325,714286	301,741935	326,5	292,645161	282,566667	244,645161	263,935484	349,833333	414,612903	467,533333	453,741935
23	327,551724	290,428571	306,129032	395,7	405,16129	384,933333	408,806452	359,483871	358,566667	372,483871	342,466667	355,870968
24	285,655172	312,571429	292,967742	345,366667	328,387097	354,6	383,806452	330,709677	311,6	278,83871	263,7	287,096774
SUMA	5763,41379	5380,71429	5137,22581	5353,2	5213,90323	5279,5	5421,12903	5347,19355	5612,8	5994,83871	6599,43333	6162,3871

2.13. ESTIMACIÓN DE PRESUPUESTO

El presupuesto estimado teniendo en cuenta el calibre de la instalación y la robustez deseada, será muy superior a una instalación fotovoltaica convencional. Se prevé destinar más de la mitad del presupuesto total a un material seguro y resistente que nos facilite el transporte y adaptación a distintos territorios, situaciones y temperaturas. Siendo este el gasto más importante, añadiremos el 13% para gastos generales y un 6% en beneficio industrial. Finalmente, el 19% de I.V.A. queda representado en el color verde oscuro (ver figura 22).

Cabe destacar que los gastos de instalación, montaje y puesta en marcha no se tendrán en cuenta puesto que, al ser un dispositivo portátil, estos gastos dependerán en gran parte del lugar en el que finalmente se decida instalar.

Figura 22. Gráfico estimación de presupuesto.



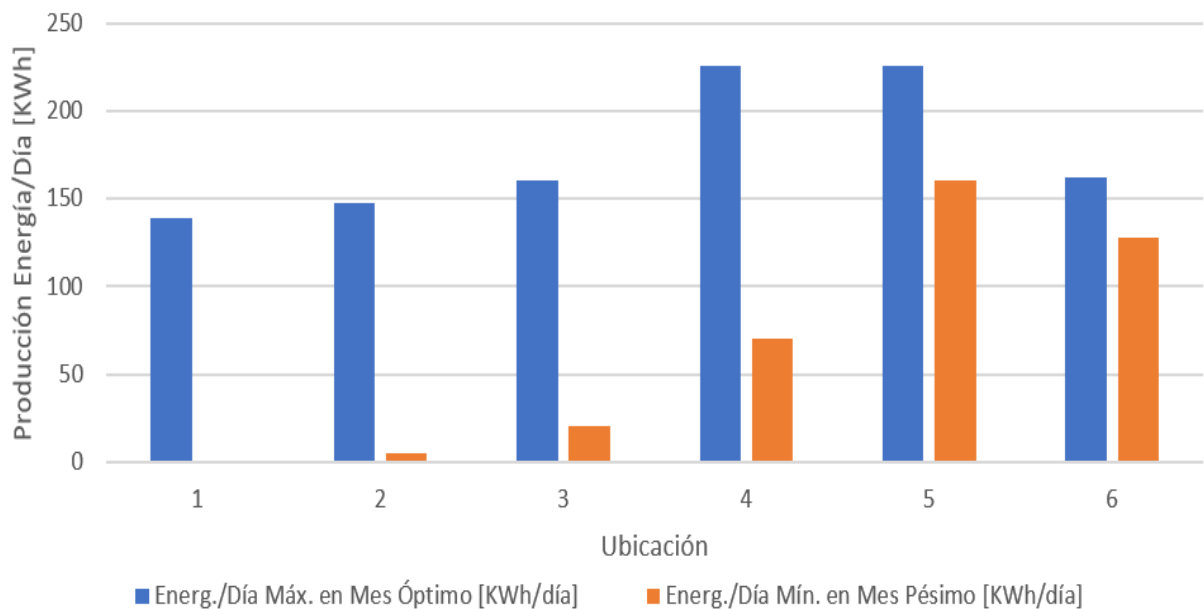
3. RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS

A continuación, se compararán y analizarán los resultados obtenidos con el diseño de nuestro contenedor para las distintas ubicaciones viéndose la capacidad que tendrían de abastecer a una vivienda unifamiliar para cada uno de los casos.

En primer lugar, observamos la producción de nuestro dispositivo en las seis ubicaciones planteadas en un comienzo para cada una de las orientaciones posibles que tendría el contenedor (ver anexo producciones). Hemos obtenido los datos de la energía producida el mejor y el peor día del año para cada una de las posiciones estudiadas (ver figura 23).

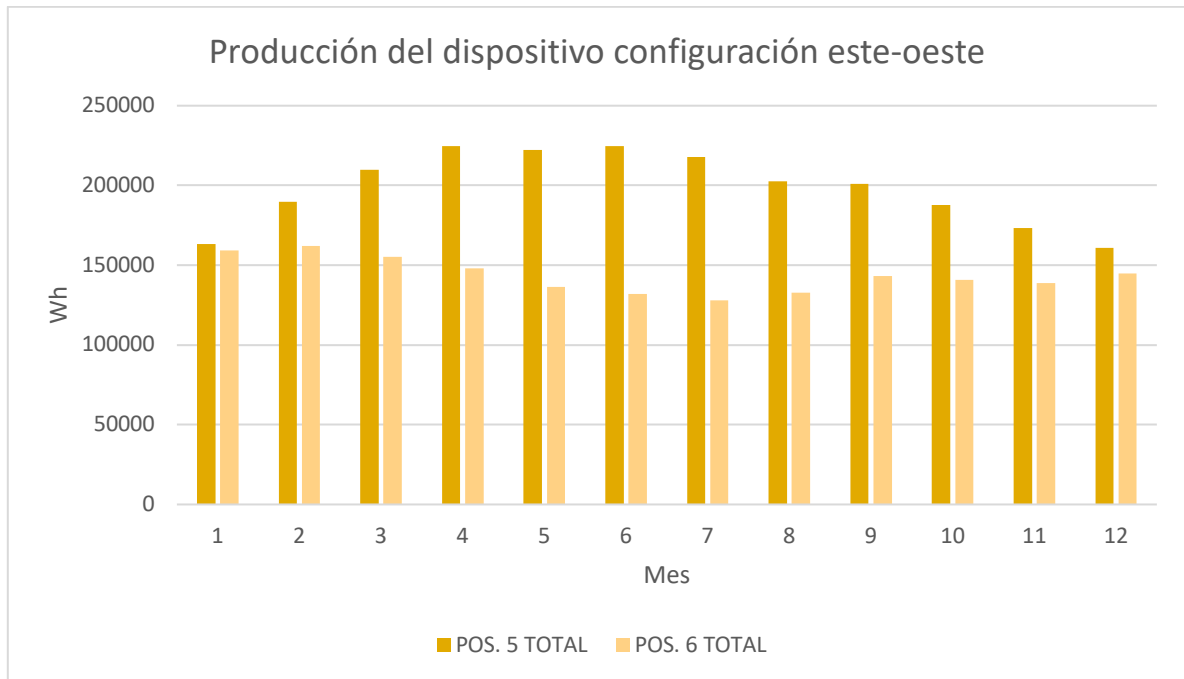
Figura 23. Energía/Día [kWh] por posición día del año óptimo/pésimo.



Las producciones que más nos interesan son las referentes a las posiciones 5 y 6 ya que es donde la producción es mayor y se mantiene más constante a lo largo del año. Siendo la ubicación número 5 para una latitud de 19° la que mejores resultados nos ofrece.

A continuación, se muestran los datos obtenidos para dichas ubicaciones con orientación este y oeste a lo largo de un año completo (ver figura 24).

Figura 24. Energía/Día [Wh] producida por un contenedor en un día tipo cada mes del año en las ubicaciones 5 y 6 con orientación este y oeste.



Como podemos observar en el gráfico de la figura 6, la producción de nuestro diseño para unas latitudes comprendidas entre los 0° y los 19° presenta valores realmente útiles y satisfactorios. Además, cabe destacar que hasta una latitud de 35° (estudiada para la posición 4) la producción sigue siendo considerable (ver figura 25) aunque menos constante a lo largo del año (ver figura 23). Por supuesto estos resultados serán muy similares para las ubicaciones simétricas; es decir, hasta los -19° y -35° .

Figura 25. Energía/Día [Wh] para la ubicación 4 en orientación este-oeste.



Posteriormente, se pasó a realizar un estudio del posible abastecimiento de nuestro dispositivo generador para cubrir las necesidades de una vivienda estándar. La tabla de la figura 26, recoge el consumo energético de la vivienda tipo considerada por día tipo de cada mes en kWh, frente a la producción de nuestro generador acumulador en cada una de las posiciones objeto de estudio por día tipo de cada mes. Cabe destacar que se han considerado consumos muy generosos en nuestra vivienda.

Por otro lado, en la figura 27 se refleja el número de viviendas a la que se podría abastecer para cada una de las posiciones viendo que resulta poco útil en las ubicaciones 1 y 2 e incluso 3 en varios meses del año. Para estos casos, se propone acompañar el uso del dispositivo con otro tipo de generador de energía.

Figura 26. Tabla consumo energético de la vivienda considerada en un día tipo de cada uno de los meses del año [kWh] frente a la producción energética de nuestro generador acumulador en cada uno de los días tipos de cada uno de los meses del año [kWh].

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C.Viv.	12	11	10	11	10	11	11	11	11	12	13	12
G.P.1	0	10	51	107	139	121	109	78	46	14	1	0
G.P.2	8	27	64	106	142	147	138	111	70	33	10	5
G.P.3	24	43	74	124	144	160	157	141	105	62	29	20
G.P.4	75	100	139	178	203	225	226	204	165	121	87	70
G.P.5	163	190	210	225	222	225	218	203	201	188	173	161
G.P.6	159	162	155	148	136	132	128	133	143	141	139	145

Nota: entiéndase 1 enero, 2 febrero....

Figura 27. Número de viviendas a las que podría abastecer el generador acumulador en cada una de las ubicaciones según el consumo [kWh] de un día tipo de la vivienda considerada cada uno de los meses del año.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C.Viv.	12	11	10	11	10	11	11	11	11	12	13	12
G.P.1	0	0	5	10	13	11	9	7	4	1	0	0
G.P.2	0	2	6	9	14	13	12	10	6	3	0	0
G.P.3	2	3	7	11	14	14	14	12	9	5	2	1
G.P.4	6	9	13	16	20	20	20	18	15	10	6	5
G.P.5	13	17	20	21	22	20	19	18	18	17	13	13
G.P.6	13	14	15	13	13	12	11	12	13	12	10	12

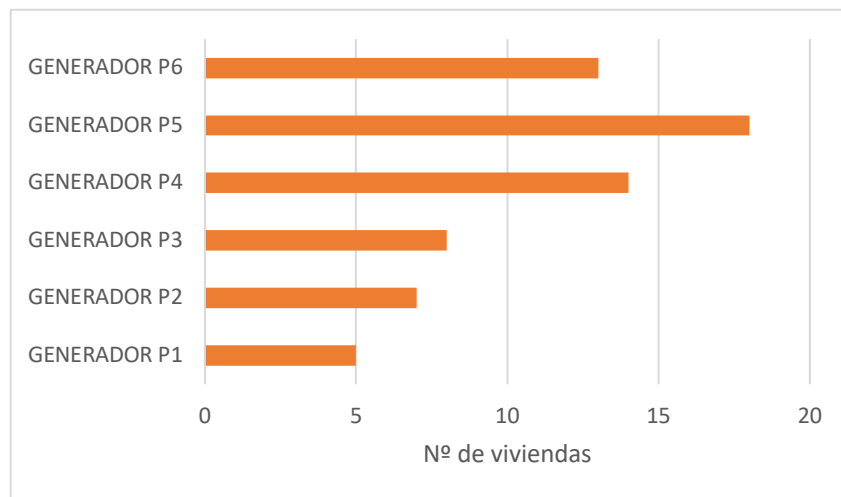
Nota: entiéndase 1 enero, 2 febrero....

A continuación, se muestra en la figura resumen número 28 la media de viviendas a abastecer con nuestro dispositivo generador en cada una de las ubicaciones. Tras un profundo análisis de los datos que en estas tablas se muestran, resulta interesante como único medio de abastecimiento de energía para las ubicaciones 4,5 y 6. Especialmente para

las dos últimas como ya se ha mencionado anteriormente por la similitud de producción que hay a lo largo del año.

Figura 28. Media anual de número de viviendas a las que podría abastecer el generador acumulador en cada una de las ubicaciones según el consumo [kWh] de un día tipo en la vivienda considerada.

	MEDIA
CONSUMO VIVIENDA MEDIO	11,25
GENERADOR P.1	5,27
GENERADOR P.2	6,68
GENERADOR P.3	8,34
GENERADOR P.4	13,68
GENERADOR P.5	17,98
GENERADOR P.6	12,94



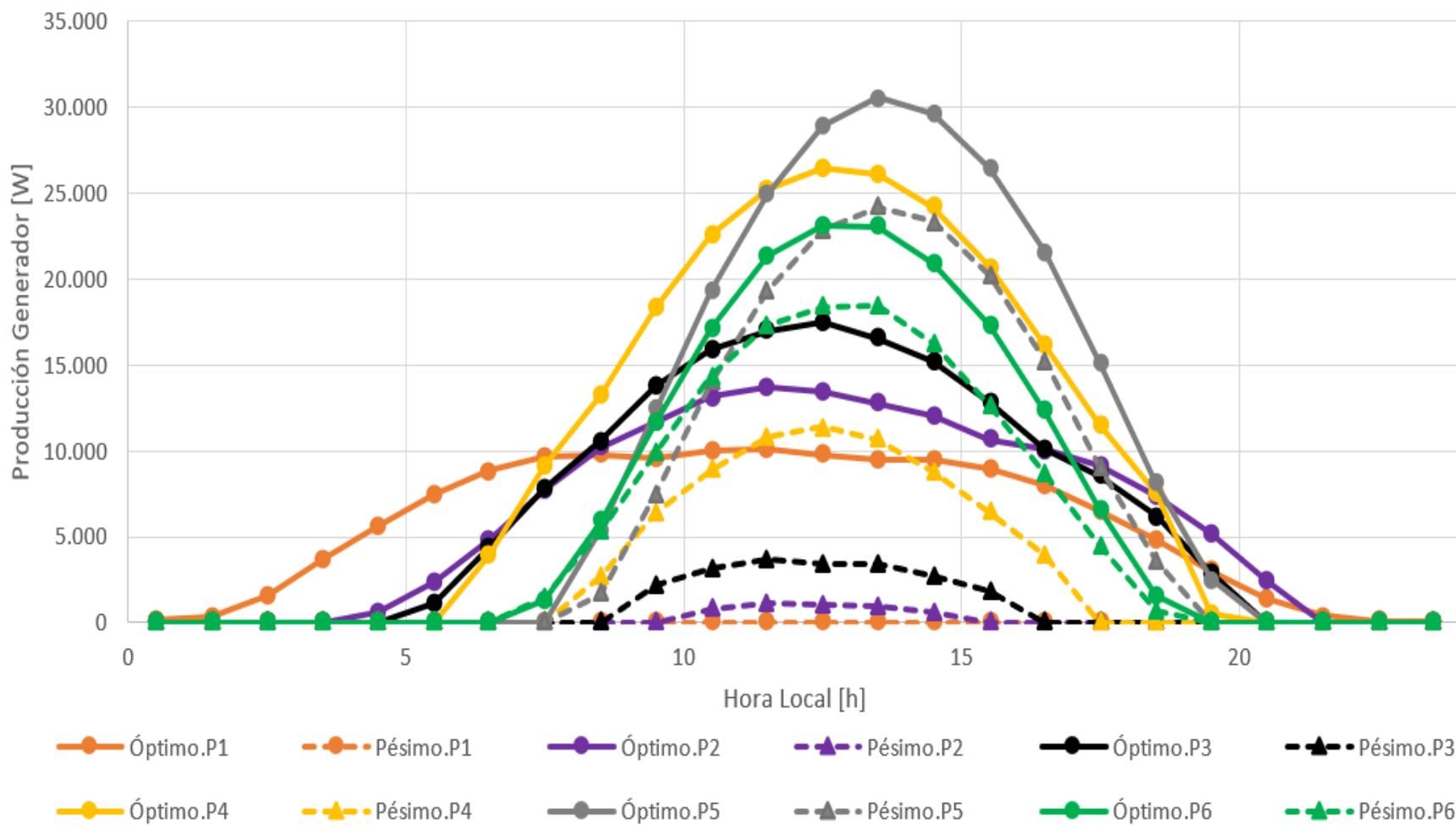


Con todos los resultados anteriormente vistos, podemos deducir que este dispositivo es capaz de abastecer grandes requerimientos de energía tanto en zonas residenciales (como la estudiada anteriormente) como en zonas industriales. Cabe destacar que existe la posibilidad de instalar varios dispositivos como este para abastecer zonas con mayores requerimientos.

Los resultados correspondientes a la producción de nuestro generador acumulador para cada una de las posiciones objeto de estudio quedan resumidas en la figura 29. En ella, podemos observar como en las situaciones pésimas se requerirá el uso de otro generador de energía; sin embargo, en los casos óptimos, es una perfecta opción de energía renovable que abaratará costes.

La rentabilidad del proyecto será de estudio para cada caso particular, pero a largo plazo el aumento de la demanda de energía; que se espera crezca hasta un 70% para 2040 según la AIE (Agencia Internacional de Energía); hará de este dispositivo una opción rentable para numerosos proyectos en el futuro.

Figura 29. Producción horaria de potencia [W] del dispositivo generador/acumulador propuesto en función de la posición objeto de estudio, para el día tipo del mes óptimo/pésimo.



3.2. PRESUPUESTO

CAP. I: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS, CABLEADO Y OTROS

Este capítulo se refiere principalmente a los bienes materiales que se encuentran en el interior del contenedor. Todos aquellos que forman parte de la instalación fotovoltaica y eléctrica a excepción del procesador GX.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
1.1	Módulo TrinaSolar Vertex 580W	48	200,03	9601,44
1.2	Inversor generador Fronius SYMO 15.0-3-M	2	2650	5300
1.3	Inversor cargador Victron Quattro	3	4829	14487
1.4	Baterías Pylontech US3000C	64	1149,95	73596,8
1.5	Tubo protecciones PEMSA RPVC1250 de 40mm	60	9,23	553,8
1.6	Cableado Exzhellent Compact de General Cable 25mm	60	41,14	2468,4
1.7	Tubo protecciones PEMSA RPVC1250 de 20mm	150	3,51	526,5
1.8	Cableado Harmohny Class XZ1 (S) Al 10mm	30	4,45	133,5
1.9	Cableado Prysmian Prysun H1Z2Z-K 10mm	120	1,02	122,4
1.10	Protector PCS transitorio y permanente Schneider 40A	1	108	108
1.11	Magnetotérmico corriente continua	1	27	27
1.12	Caja protección AC	2	199	398



1.13	Diferencial Schneider R9R51240	1	16,87	16,87
------	-----------------------------------	---	-------	-------

TOTAL CAP.I = 107.339,71€

CAP. II: CONTENEDOR, MONITORIZACIÓN DE SISTEMAS

Aquí tendremos en cuenta el precio del contenedor y el sistema de monitorización que utilizaremos para el control de la instalación.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	Nº UNIDADES	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
2.1	Procesador Color Control GX de Victron	1	728,69	728,69
2.2	Contenedor 40 pies Helénicos SA	1	2.900	2.900

TOTAL CAP.II = 3.628,69 €

CAP. III: G.G Y B.I.

Finalmente, se tendrá en cuenta los gastos relacionados con el diseño y la dirección de obra para este dispositivo.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	TOTAL (€)
4.1	Gastos generales (13%)	14.425,89
4.2	Beneficio industrial (6%)	6658,104

TOTAL CAP. III = 21.083,99 €



3.2.1. RESUMEN

EUROS

Instalación solar fotovoltaica	110.968,4
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	110.968,4
13,00% Gastos generales	14.425,89
6,00% Beneficio industrial.....	6658,104
SUMA DE G.G. Y B.I.	21.083,99
19,00% I.V.A.....	25089,95
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	157.142,34
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	157.142,34

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y DOS EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

4. DISCUSIÓN

A la hora de utilizar la tecnología fotovoltaica para desarrollar dispositivos de generación, es importante tener presente que su producción es fuertemente dependiente de las condiciones atmosféricas, las cuales a su vez son función de la situación geográfica en la que los emplacemos. El dispositivo propuesto tiene, como cualquier otro dispositivo fotovoltaico, estas limitaciones; pero su diseño integrado por completo en un contenedor nos facilita el transporte y ubicación en beneficio de la producción.

Según podemos observar en la figura 23, la producción fotovoltaica del generador acumulador propuesto está alrededor de los 140 – 225 kWh/día para los mejores meses del año, sin embargo, para los peores meses del año ese rango está entre 0 – 160 kWh/día, siendo de 0 kWh/día en la posición 1, de 4,6 kWh/día en la posición 2 y de 20.4 kWh/día en la posición 3. Esta circunstancia nos hace no recomendar su uso como fuente única de generación en instalaciones autónomas en latitudes de 50° en adelante y sus simétricas respecto del ecuador. Aunque puede seguir siendo de gran utilidad ya que se puede completar parte del requerimiento con otro tipo de generador de energía manteniendo en niveles altos el uso de energías renovables.

Atendiendo a las energías diarias generadas y a los consumos de la vivienda objeto de estudio (ver figura 26), podemos decir que nuestro generador en la posición 1 puede atender entre 0 y 13 viviendas en la posición 2 entre 0 y 14 viviendas, en la posición 3 entre 2 y 15 viviendas, en la 4 entre 6 y 21 viviendas, en la 5 el rango es 13 y 21 y en la 6 entre 11 y 15 viviendas. O dado que tenemos una capacidad de almacenamiento en baterías de 227,328 Wh (superior a los 225,705 Wh que puede generar el dispositivo en el mejor día del año y en la mejor posición), podemos atender a un número menor de viviendas manteniendo un respaldo por posibles días con nula o escasa radiación solar. Si en lugar de considerar el consumo de la vivienda elegida, asumimos como valor de consumo anual medio de un hogar español los 10,521 kWh/año propuestos en el informe análisis del consumo energético del sector residencial en España, desarrollado en el proyecto Sech-Spahousec (Sech-Spahousec, P., 2,011) el número de viviendas posibles a atender se reduce a la mitad.

La generación pico de nuestro dispositivo está en el rango de 0 y 10.12 kW en la posición 1 para el mejor día y peor día del año y a la hora de mayor radiación en ambos casos. De igual forma y en las mismas condiciones encontramos los rangos 1.15 y 13.77 kW para la posición 2, 3.69 y 17.48 kW para la 3, 11.38 y 26.55 kW para la posición 4, 24.20 y 30.53 kW para la 5 y 20.77 y 23.15 kW en la posición 6.

Atendiendo a las curvas de generación mostradas en la figura 29 observamos que la producción en las posiciones 5 y 6 es poco variables (inferior al 20%) entre meses pésimos y óptimos, lo cual hace de este dispositivo y para esas ubicaciones una buena opción como única fuente de generación para instalación aisladas.

Las limitaciones del método aplicado, por un lado, es que se trabaja con un día tipo por mes. Los valores de cada día tipo están discretizados por horas. Resta estudiar el aislamiento del contenedor, su ventilación y climatización, así como el mecanismo de la estructura satelital plegable donde se colocarán los paneles (que permite su colocación y retirada de una manera fácil y rápida, así como que permita guardarlos en el interior del contenedor).



Además, en cuanto al presupuesto se refiere existen ciertas limitaciones referidas al transporte y acoplamiento del contenedor al lugar en el que va a ser usado. Las medidas del contenedor han sido escogidas pensando en la mayor facilidad para el transporte tanto por vías terrestres como marítimas.



6. CONCLUSIÓN

Se propone un dispositivo generador/acumulador que:

a.-Se integra completamente en un contenedor de 12.02 m de largo, 2.35 m de ancho y 2.70 m de alto (dimensiones interiores), siendo por tanto transportable a la ubicación deseada.

b.-Presenta una capacidad de generación máxima de entre 10.12 y 30.53 kW_{pico} en función de la ubicación.

c.-Tiene una capacidad de almacenamiento de 227,328 Wh, superior a los 225,705 Wh que puede generar el dispositivo en el mejor día del año y en la mejor posición de las estudiadas, lo que permite asumir un respaldo de seguridad dado el caso de días de radiación nula o escasa.

d.-Permite alimentar cargas en tensión monofásicas 230 V y/o trifásicas 400 V.

e.-Tiene aplicación tanto en edificación residencial como en conjuntos industriales.

f.-Presenta una línea de alimentación auxiliar que le permitiría conectarse a una red existente, a un grupo electrógeno..., para cargar las baterías o atender las necesidades de la instalación en caso de ausencia de radiación más allá de la capacidad del dispositivo.

g.-No es una alternativa recomendable como única fuente de alimentación para instalaciones con ubicaciones de latitud superior a 50° y simétricas respecto del ecuador, pero si resulta una buena opción para instalaciones aisladas en latitudes entre 25 y 0° y simétricas.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Lorenzo, E. (2006). Electricidad solar fotovoltaica. Volumen II: Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos. Ed. Progensa. Sevilla.
- NASA. (17 de 04 de 2023). NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE Vital Signs of the Planet. Obtenido de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>
- NASA. (17 de 04 de 2023). NASA GLOBAL CLIMATE CHANGE Vital Signs of the Planet. Obtenido de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>
- Osorio Laurencio, L., & Montero Laurencio, R. (2016). Análisis energético de un sistema fotovoltaico integrado a una cubierta plana horizontal. *Ingeniería Energética*, 37(1), 45-54. Recuperado en 22 de febrero de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012016000100006&lng=es&tlng=es
- PVGIS, CEJR. (18 de 04 de 2023). *Photovoltaic geographical information system*. Obtenido de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. *Boletín Oficial del Estado*, 83, de 06 de abril de 2019. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2019-5089>
- REE. (17 de 04 de 2023). REE/REData/Generación/Potencia instalada. Obtenido de <https://www.ree.es/es/datos/generacion>
- Recio-Guerra, R., (2019). *Dispositivo contenedor de equipos para suministro de electricidad mediante generación de energías alternativas* (W.O., 2019209097A1). <https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=WO2019209097>
- Sánchez Molina, P. (2022, septiembre 22). Polar Developments lanza una estación fotovoltaica portátil y escalable de hasta 24 m y 84 kWp. *pv magazine*. Recuperado 18 abril 2023, de <https://www.pv-magazine.es/2022/09/22/polar-developments-lanza-una-estacion-fotovoltaica-portatil-y-escalable-de-hasta-24-m-y-84-kwp/>
- Sech-Spahousec, P. (2011). Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe Final, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.
- Soler-Bientz, R., Ricalde-Cab, L. O., & Solis-Rodriguez, L. E. (2006). Developing a mobile stand alone photovoltaic generator. *Energy Conversion and Management*, 47(18-19), 2948-2960. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2006.03.024>
- EpData. (2023, enero 03). Precio de la factura de la luz, datos y estadísticas. <https://www.epdata.es/datos/precio-factura-luz-datos-estadisticas/594>
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Real Decreto 842/2002 (2002, septiembre 18).
- National Geographic (2022, septiembre 09). España produce el triple de energía solar que hace tres años. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/espana-produce-triple-energia-solar-que-hace-3-anos_18737#



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Gobierno de España. (2022, enero 20). <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>

TrendForce (2023, febrero 16). New PV installations worldwide will grow by more than 50% YoY to 351GW for 2023 thanks to rising demand. <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20230216-11568.html>



8. ANEXOS

8.1. CÁLCULOS CABLEADO Y PROTECCIONES STRING Y ARRAY

A continuación, se desarrollarán los cálculos para obtener el cableado para nuestra instalación.

8.1.1. CÁLCULOS CABLEADO

1º. Obtención de la sección mínima del string por tablas.

$$I_{\text{Ficticia Entrada Tablas}} = \frac{I_{\text{MOD,SC,STC}} \cdot C_1}{C_2 \cdot C_3 \cdot C_4} \quad (1)$$

Donde:

$I_{\text{Ficticia Entrada Tablas}}$ es la sección con la que entraremos en la tabla 32.

$I_{\text{MOD,SC,STC}}$ es la intensidad de cortocircuito del string.

C_1 es el coeficiente REBT ITC BT 40 pto. 5

C_2 es el coeficiente de agrupamiento de circuitos (tabla 30).

C_3 es el coef. exposición solar directa UNE 20 – 435 – 90/2 1990 pto. 3.1.2.1.4

C_4 es el coef. T^a ambiente HD 60364 – 5 – 52: 2011. Por defecto: 50°C (tabla 31).

Figura 30. Tabla factores de reducción para grupos de varios circuitos o de varios cables multipolares.

Punto	Disposición	Número de circuitos o de cables multipolares								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Agrupados en el aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre muros, suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	–	–	–
3	Capa única fijada directamente al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	–	–	–
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	–	–	–
5	Capa única sobre bandeja de escalera, soportes o bridas de amarre, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	–	–	–

Figura 31. Tabla factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30°C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire.

Temperatura ambiente ^a °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral ^a	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

^a Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

**Figura 32. Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados.
Temperatura ambiente 40°C en el aire.**

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	699	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

El método de instalación: A1, A2, B1, B2, C, E, F; se obtiene de la siguiente tabla 33.

Figura 33. Tipo de instalación de cables no enterrados.

A1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes - Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes. - Conductores unipolares aislados en molduras. - Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas. - Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
B1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra - Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica ⁺⁾ - Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a 2K·m/W ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo - Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados - Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida - Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas ⁺⁾ - Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados - Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados - Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado)
B2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en obra - Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Cables multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables multiconductores en canal protectora suspendida - Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados(rodapiés ranurado) - Cables multiconductores en canal protectora empotrada en el suelo - Cables multiconductores en conductos perfilados empotrados
C	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores directamente bajo un techo de madera - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas - Cables unipolares o multiconductores fijados en el techo o pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable - Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes
E	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores separados de la pared una distancia no inferior a 0,3 D ⁵⁾ - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de rejilla - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de escalera - Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador
F	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm² - Cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared una distancia no inferior a D ⁵⁾

Para nuestro caso:

$$I_{MOD,SC,STC} = 15,94 A$$



$$C_1 = 1,25$$

$$C_2 = 0,55$$

$$C_3 = 0,9$$

$$C_4 = 0,82$$

Por lo tanto,

$$I_{Ficticia\ Entrada\ Tablas} = 49,09\ A$$

Encontrándonos en una instalación tipo A1 trifásica, una sección mínima de cable de cobre de $10\ mm^2$.

2º. Obtención de la sección mínima del string por caída de tensión.

Para ello, utilizaremos la ecuación 2.

$$S_{cable\ caída\ tensión}(mm^2) = \frac{2 \cdot L(m) \cdot I_{mpp}(A)}{\gamma_{Cu,90^\circ C}(\frac{m}{Ohmios \cdot mm^2}) \cdot \Delta U(V)} \quad (2)$$

Donde:

$S_{cable\ caída\ tensión}(mm^2)$ es la sección mínima de cable por caída de tensión

$L(m)$ es la longitud del cable

$I_{mpp}(A)$ es la intensidad nominal

$\gamma_{Cu,90^\circ C}(\frac{m}{Ohmios \cdot mm^2})$ es la conductividad del cobre a $90^\circ C$

$\Delta U(V)$ es la caída de tensión máxima admisible en función de la tensión nominal del string

Según el ITC BT 40 pto. 5:

$$\Delta U_{máx} = 1,5\% \text{ (ITC BT 40 Pto. 5)}$$

Para nuestro caso:



$$L(m) = 30$$

$$I_{mpp}(A) = 14,86$$

$$\gamma_{Cu,90^{\circ}C}(\frac{m}{Ohmios \cdot mm^2}) = 44$$

$$\Delta U(V) = 3,51$$

Quedando una sección mínima del cable del string por caída de tensión de $5,8 \text{ mm}^2$.

3°. Obtención de la sección mínima del array por tablas.

Siguiendo el mismo procedimiento, pero en este caso calculando los datos de un array, obtenemos una $I_{Ficticia \text{ Entrada Tablas}}$ de $49,09 \text{ A}$. Ya que en este caso el inversor tiene dos entradas por lo que colocaremos un string en cada una de ellas. Lo que nos da una sección mínima del cable de 10 mm^2 .

4°. Obtención de la sección mínima del array por caída de tensión.

De igual forma, seguimos el mismo procedimiento que para el string, obteniendo una sección mínima de cable de $5,8 \text{ mm}^2$.

5°. Comparación y obtención del más restrictivo.

De esta forma, siendo el cable de 10 mm^2 de sección el cable más restrictivo, será el que utilizaremos en el proyecto. Siendo esta dimensión además robusta para lo necesario en una instalación fotovoltaica común.

8.1.2. CÁLCULOS PROTECCIONES

En consideración a las normas IEC 62548-1 y EN 60947-2 la protección se dimensiona según sigue:



$$I_n \geq (1,4 \cdot I_{sc}) / 1,05 \quad (3)$$

$$I_n \leq (2,0 \cdot I_{sc}) / 1,3 \quad (4)$$

Donde:

I_n es la intensidad nominal de la protección.

I_{sc} es la intensidad de cortocircuito del string o array.

De igual forma, hemos seguido la guía ITC-BT-23 e ITC-BT-40 (UNE-HD 60363-7-712 apdo. 712.433 y EN 50539-11).

8.2. ANEXO CÁLCULOS CABLEADO Y PROTECCIONES ALTERNA

Siguiendo un procedimiento similar al explicado anteriormente para el cableado de los strings podríamos calcularlos con la misma tabla anterior y entrando con una $I_{Ficticia\ Entrada\ Tablas}$ tal que:

$$I_{Ficticia\ Entrada\ Tablas} = I_{Máx, SALIDA, INVERSOR} \cdot C_1 \quad (5)$$

Donde:

$I_{Máx, SALIDA, INVERSOR}$ es la intensidad máxima de salida del inversor

C_1 es el coeficiente REBT ITC BT 40 Pto. 5

Y posteriormente, calcularla con la siguiente sección mínima, eligiendo de nuevo la más restrictiva.

$$S(mm^2) = \frac{2 \cdot L(m) \cdot I_{Máx.Salida.Inv.}(A) \cdot \cos\varphi}{\gamma_{Cu,90^\circ C} (m/Ohmios \cdot mm^2) \cdot \Delta U(V)} \quad (6)$$

Donde:

$L(m)$ es la longitud desde el inversor al CGMP

$\cos\varphi$ es el factor de potencia

$I_{Máx.Salida.Inv.}(A)$ es la intensidad nominal del inversor

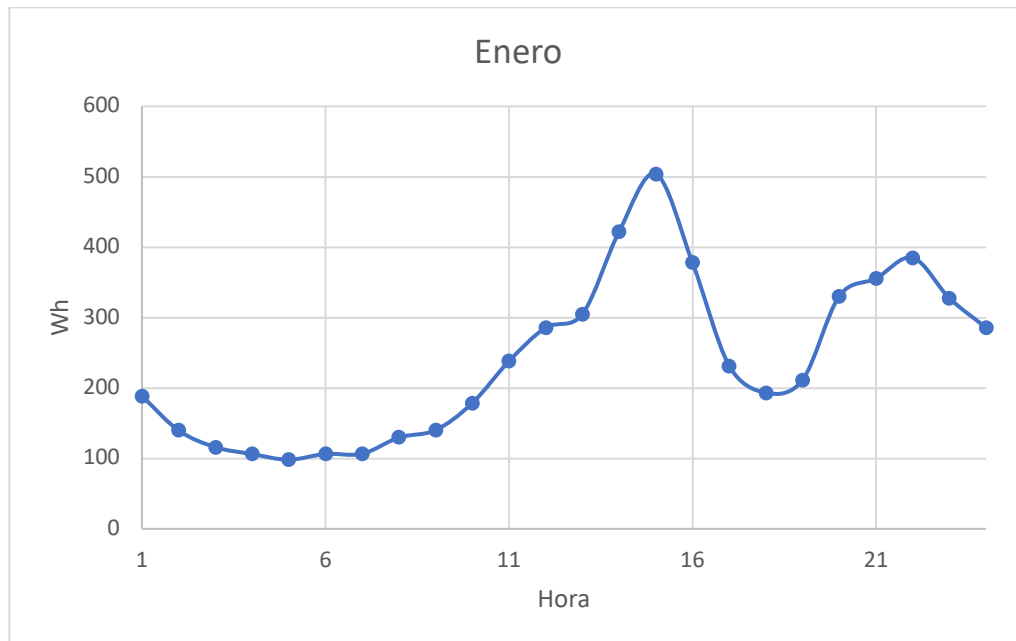
$\gamma_{Cu,90^{\circ}C}(m/Ohmios \cdot mm^2)$ es la conductividad del cobre a $90^{\circ}C$

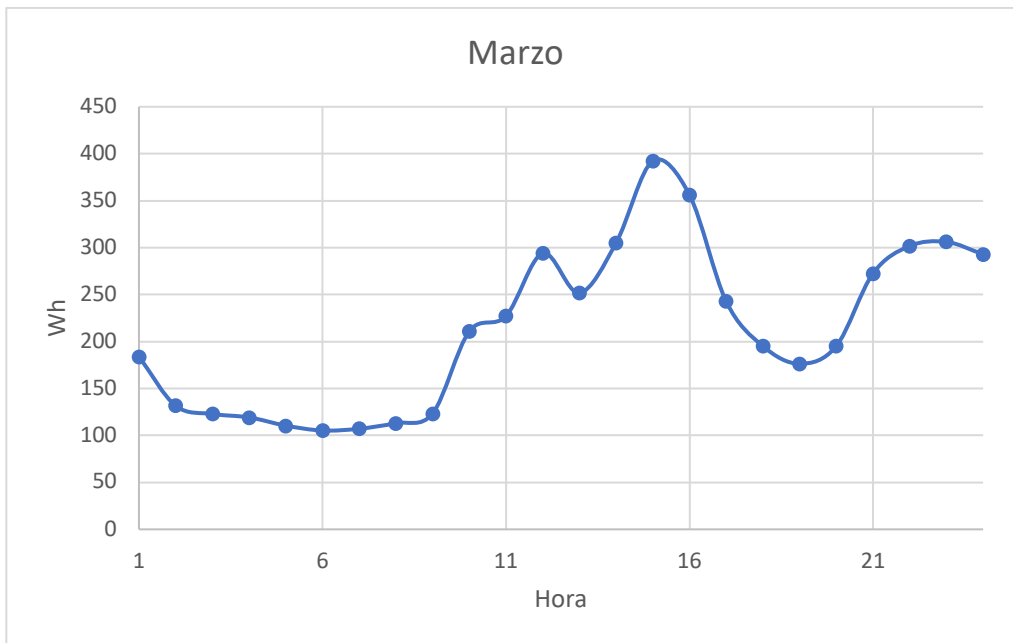
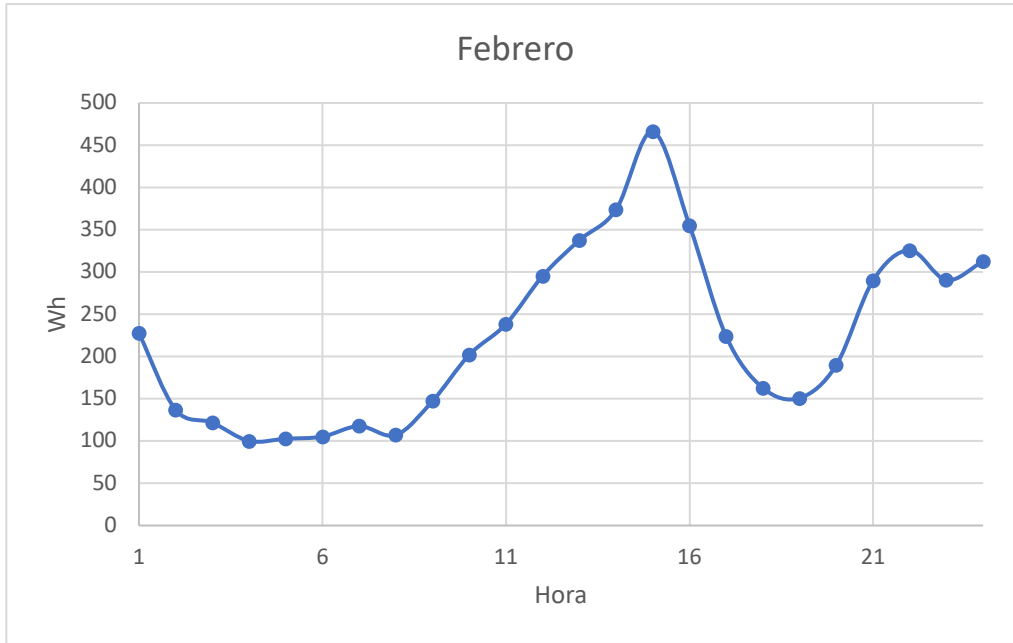
$\Delta U(V)$ es la caída de tensión máxima admisible

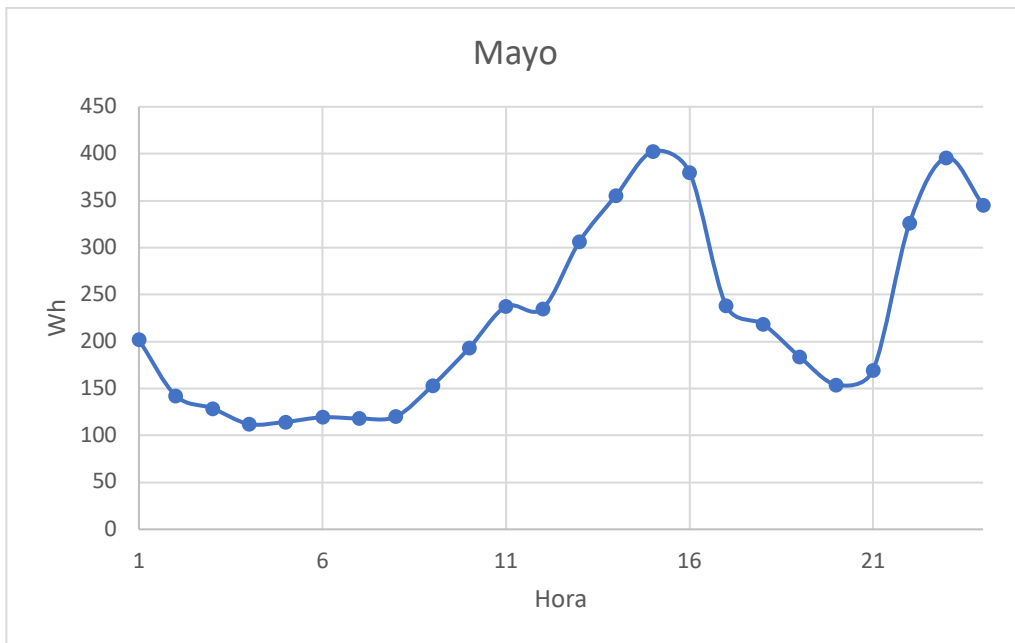
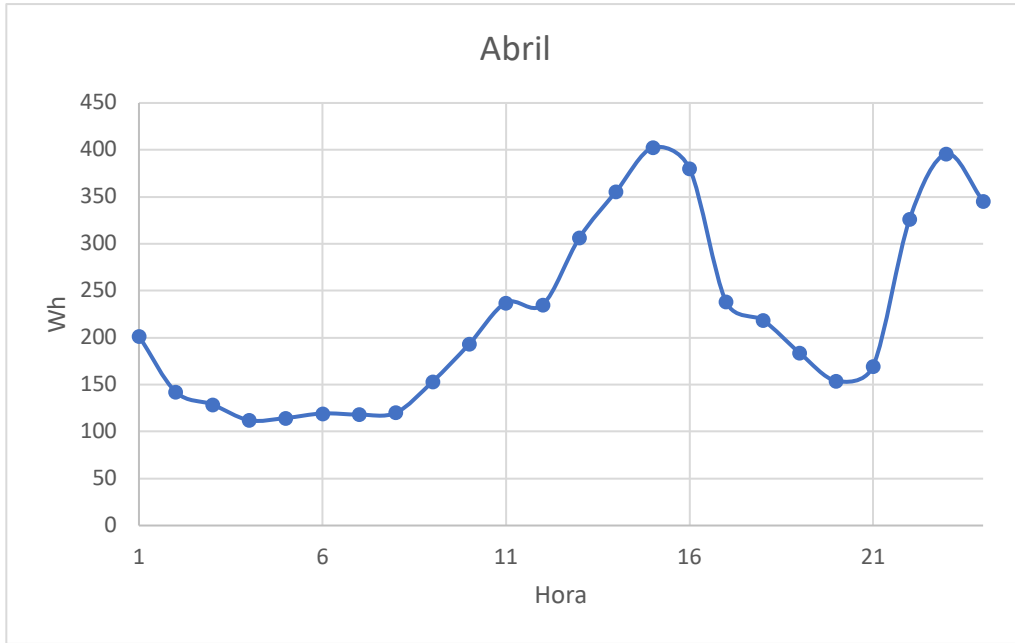
Sin embargo, en este proyecto hemos decidido diseñar una instalación robusta y resistente que sea móvil y muy segura; por ello, hemos decidido instalar un cableado de alterna que, cabiendo en las protecciones según especificaciones técnicas para un protector de sobrecorrientes, sea lo más grande posible. Elegimos así un cableado de 25 mm^2 .

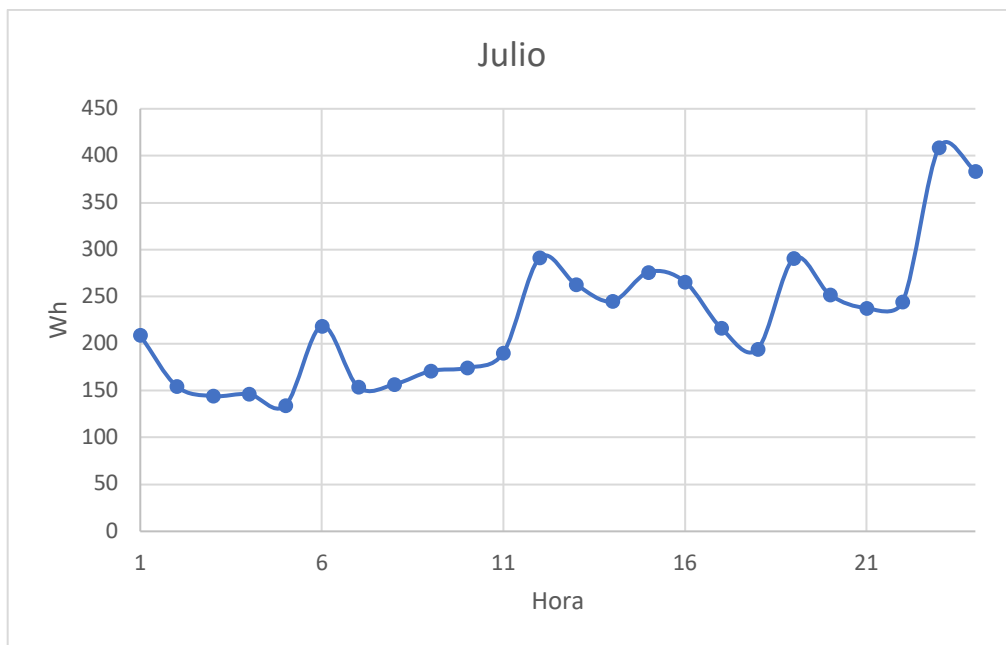
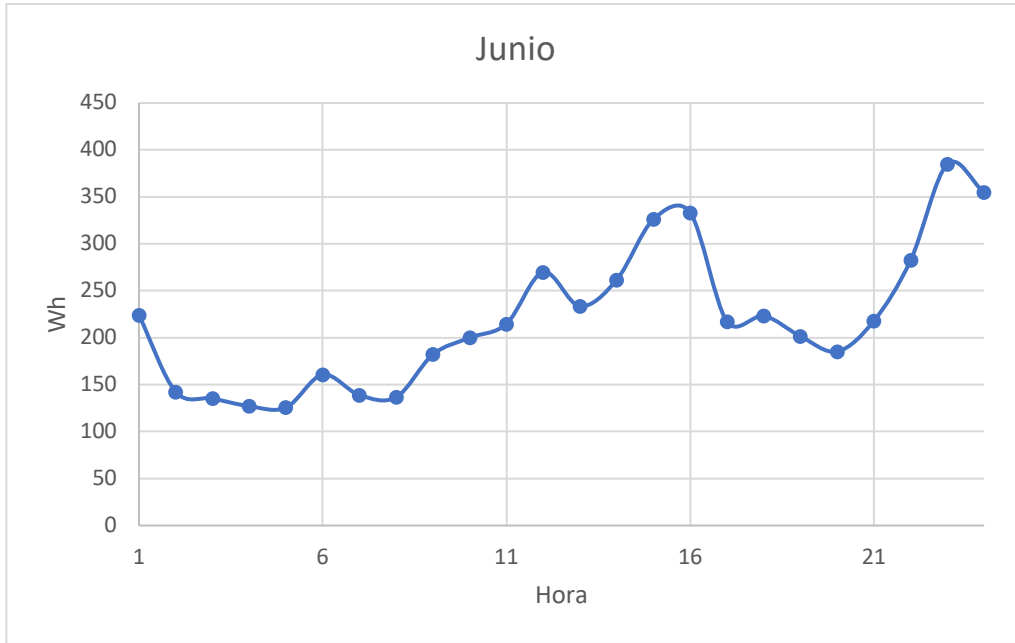
8.3. CONSUMO VIVIENDA UNIFAMILIAR

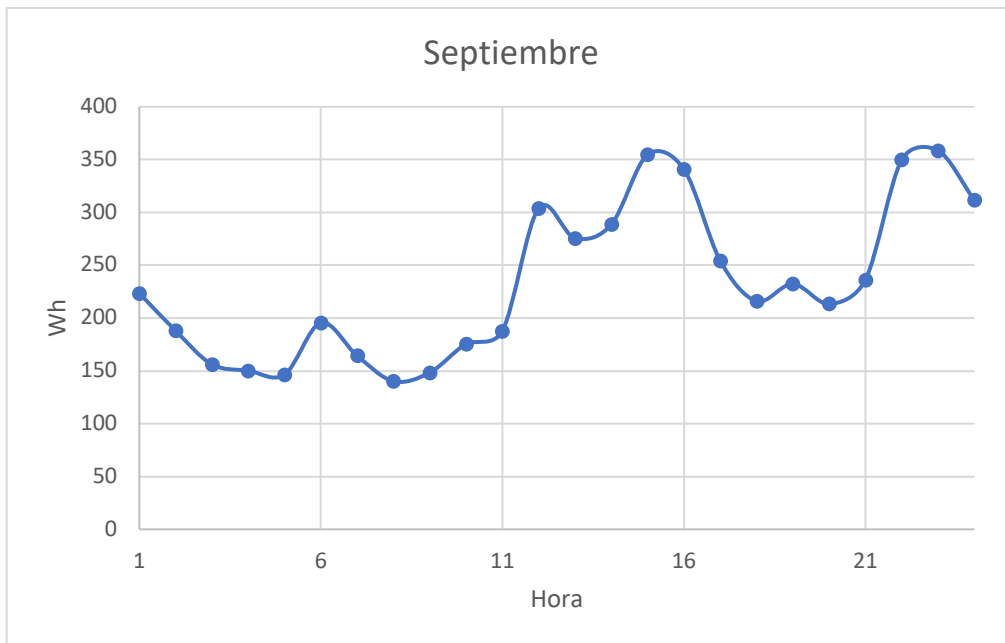
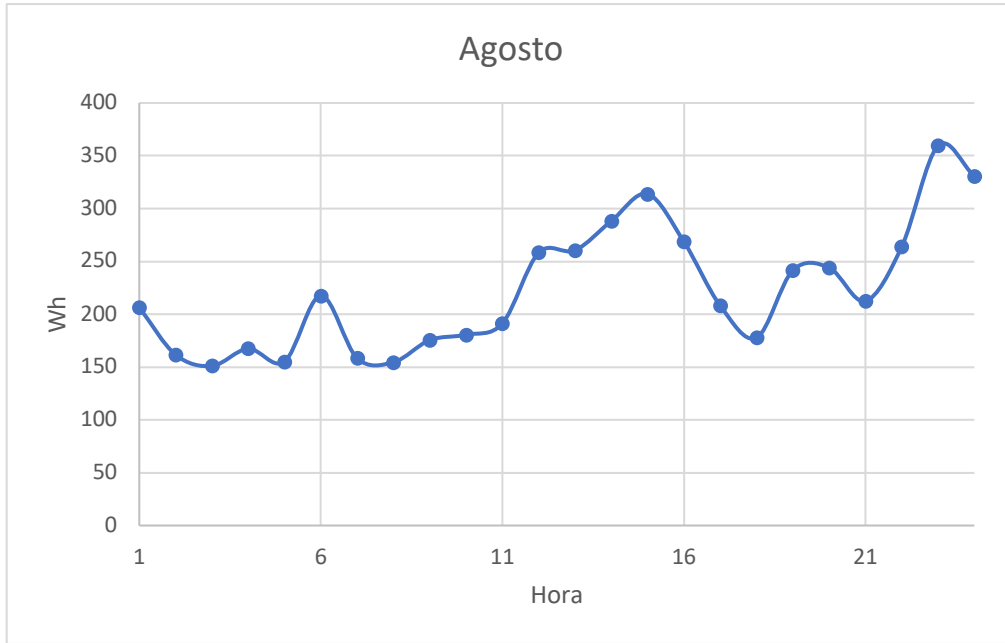
Gráficos del consumo de la vivienda unifamiliar objeto de estudio expresados de forma mensual en Wh cada hora del día.

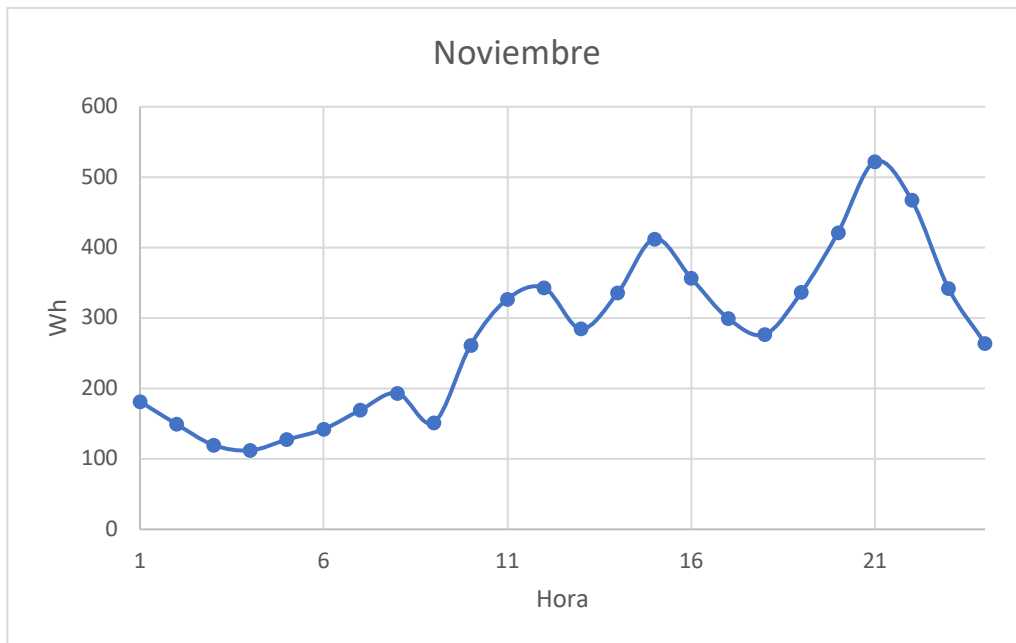
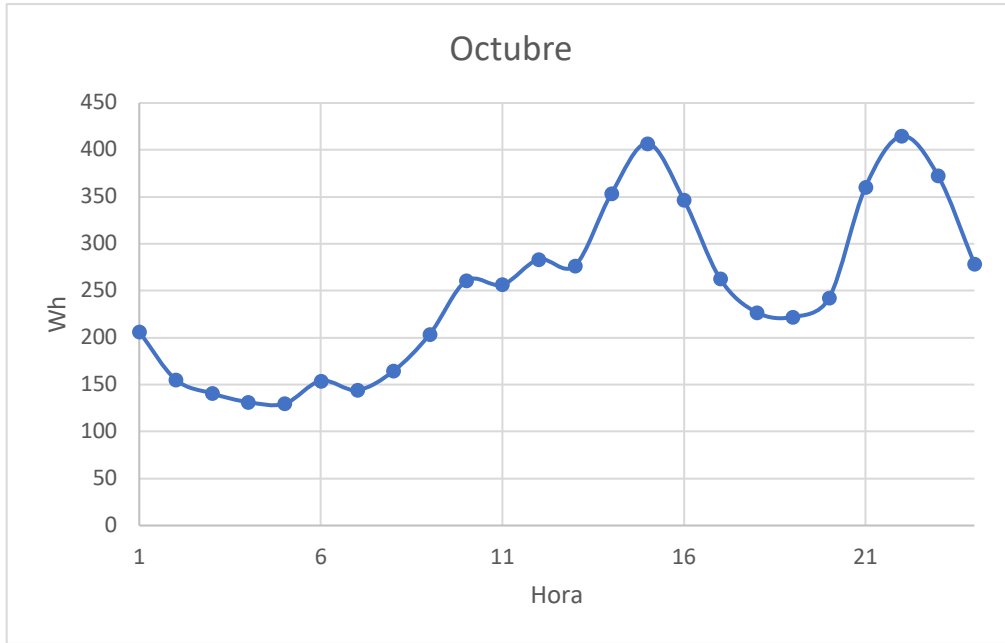


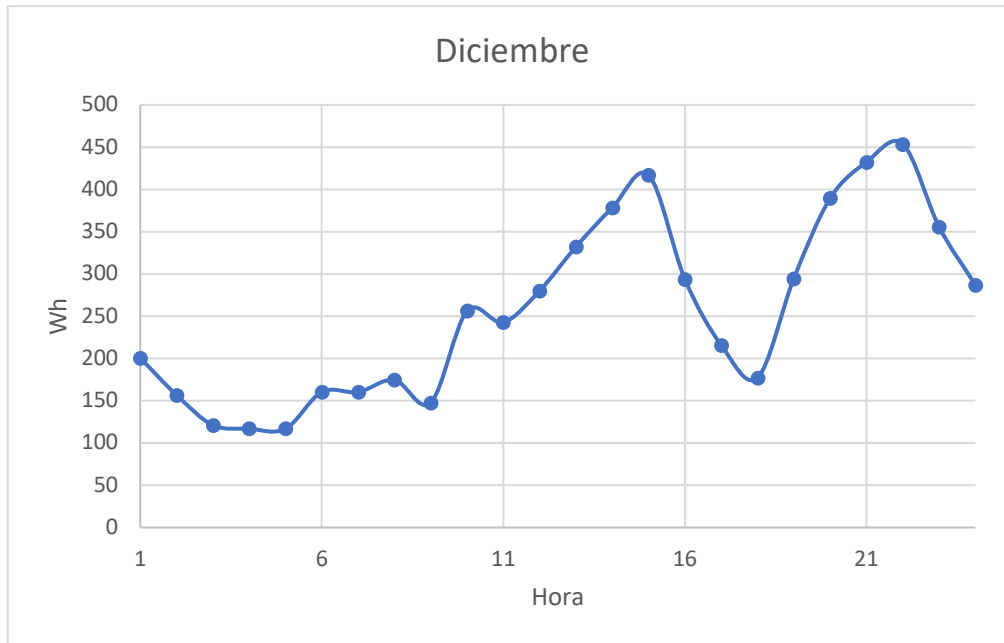






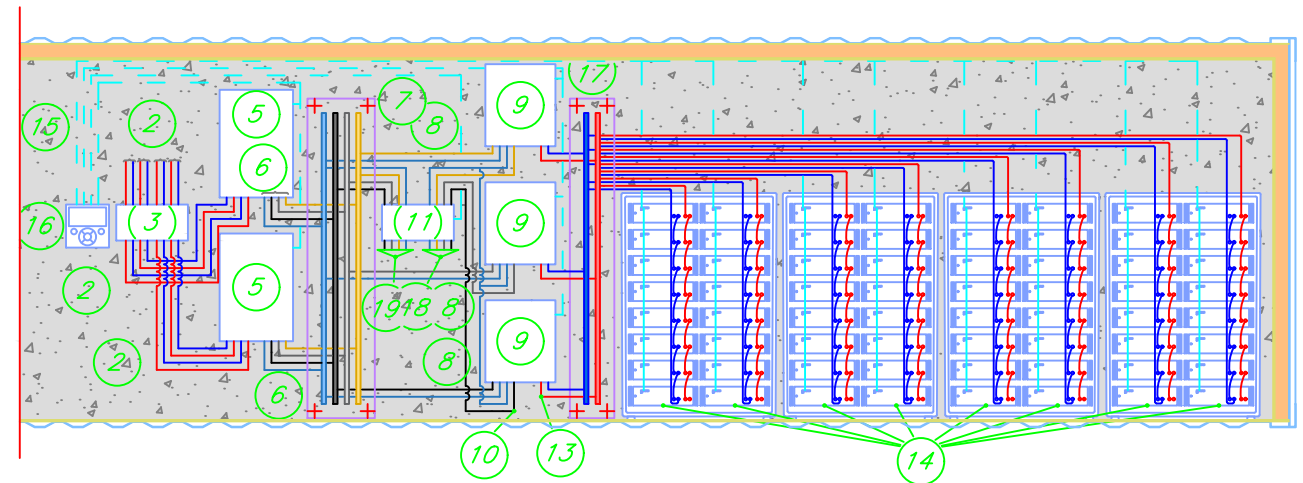
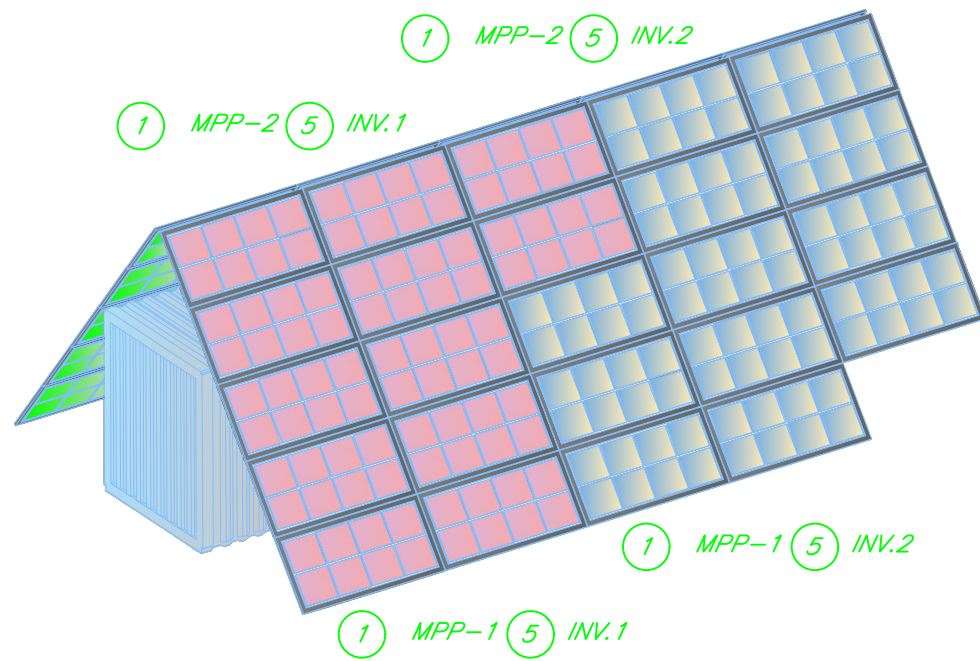




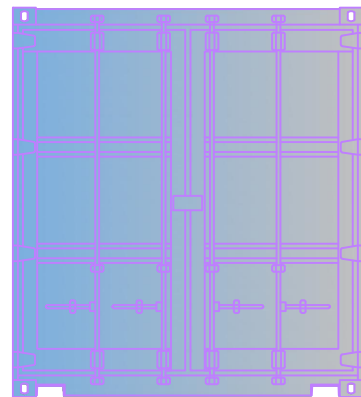


8.4. PLANOS

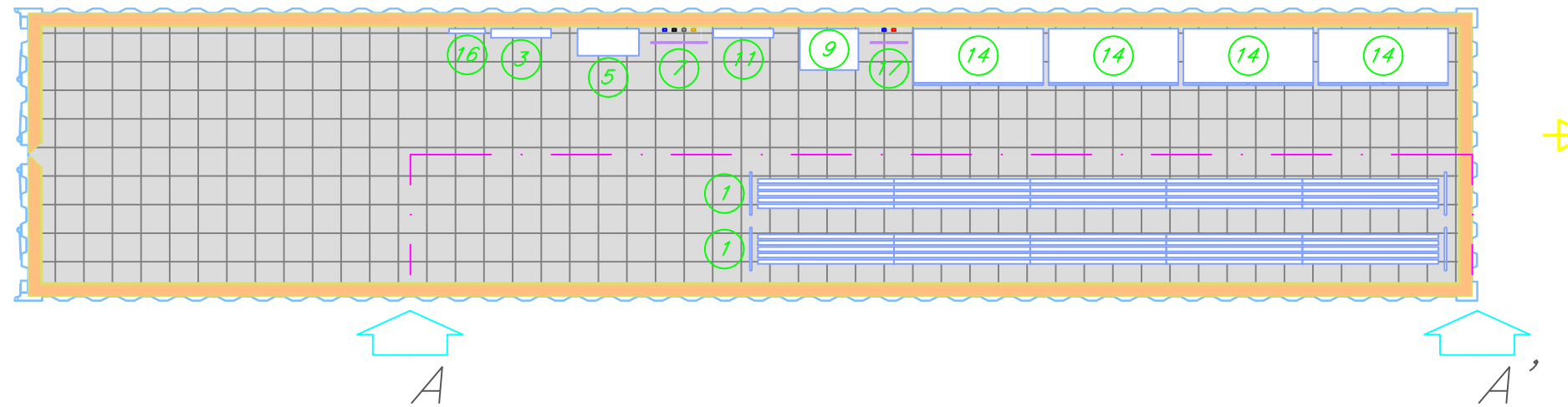
PERSPECTIVA CONJUNTO



SECCIÓN A-A'



B



PLANTA DISTRIBUCIÓN

VISTA B

- 1.-String 12 módulos en serie Vertex TSM-580 DE19R
- 2.-Cableado continua PRYSUB H1Z2Z2-K 10mm² bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro.
- 3.-Caja de protección, mag.DC/protector sobretensiones transitorio + protección sobreintensidad asociado por String
- 4.-Cableado de tierra Harmohny Class XZ1(S) AI bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro
- 5.-Inversor cargador Fronius, modelo SYMO 15.0-3-M
- 6/8/10/12.-Cableado alterna RZ1-K (AS) 25mm² bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 40mm de diámetro
- 7.-Embarrado alterna barras de cobre bajo mampara plástica de protección
- 9.-Inversores cargadores Victron, modelo Quattro 15 kVA
- 11.-Caja protección, mag.AC/dif./contador exterior (red, grupo electrógeno...) y mag.AC./dif. interior (inst.alimentar)
- 13.-Cableado continua Harmohny Class XZ1(S) AI bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro
- 14.-64 baterías Pylontech, modelo US3000C, 8 bloques de 8 baterías en paralelo cada bloque
- 15.-Cable datos conexión contador, bloques baterías, inv/carg e inv/gen con procesador de control
- 16.-GX Victron
- 17.-Embarrado continua barras de cobre bajo mampara plástica de protección
- 18.-Salida a red, grupo electrógeno
- 19.-Salida a instalación a alimentar



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO: *Diseño y adaptación de un contenedor común de transporte de mercancías a generador/acumulador fotovoltaico*

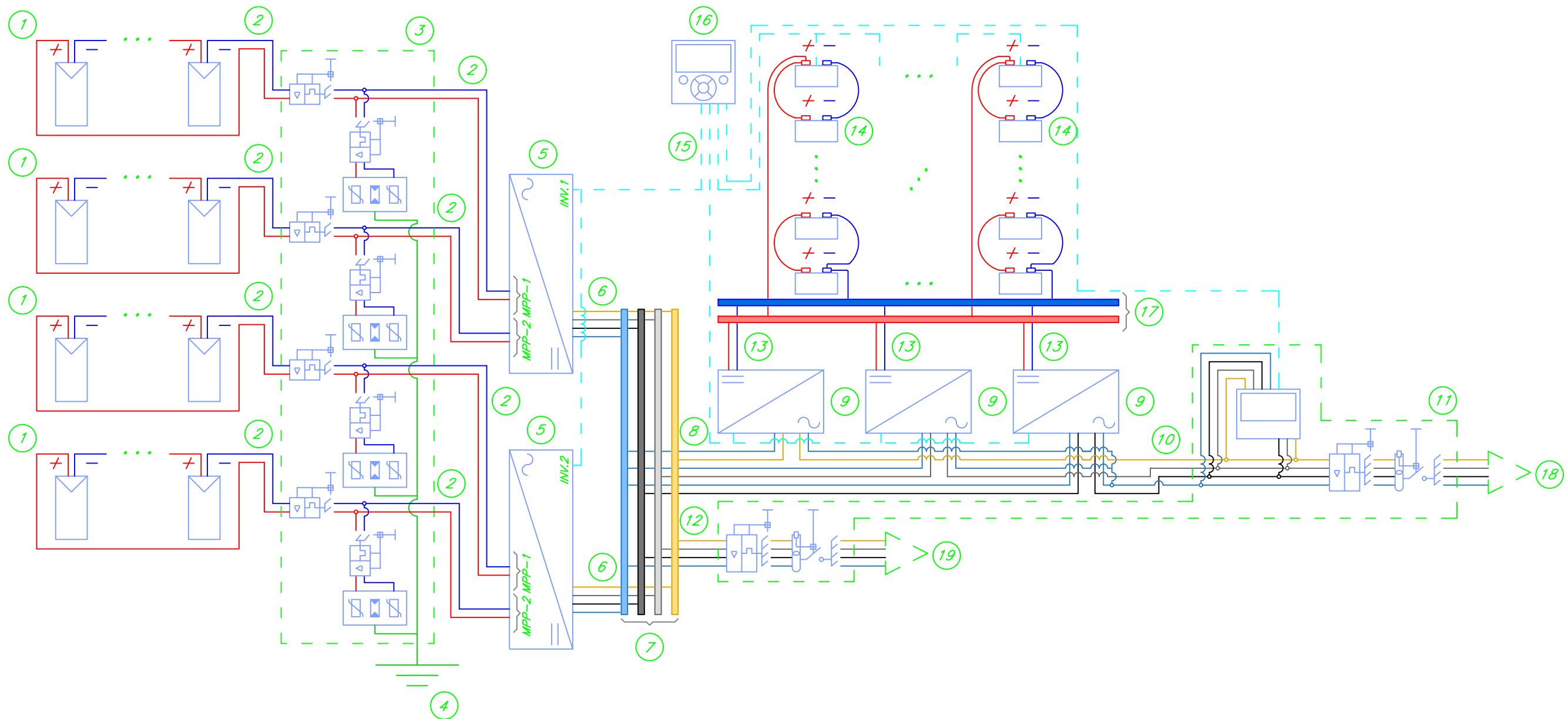
PETICIONARIO: *Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Málaga*

DESIGNACIÓN PLANO: *Alzado, Planta, Sección y Perspectiva*

FIRMA:

FDO.: Mónica Valcarlos Blanco
Grado Ing. Mecánica

SITUACIÓN:	LOCALIDAD:
POBLACION:	C.P.:
SITA:	
FECHA:	ESCALA:
19-05-2023	1/50
Nº EXPEDIENTE:	Nº PLANO:
TFG/GIM	01



ESQUEMA DE PRINCIPIOS S/E

- 1.-String 12 módulos en serie Vertex TSM-580 DE19R
- 2.-Cableado continua PRYSUB H1Z2Z2-K 10mm² bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro.
- 3.-Caja de protección, mag.DC/protector sobretensiones transitorio + protección sobreintensidad asociado por String
- 4.-Cableado de tierra Harmohny Class XZ1(S) AI bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro
- 5.-Inversor cargador Fronius, modelo SYMO 15.0-3-M
- 6/8/10/12.-Cableado alterna RZ1-K (AS) 25mm² bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 40mm de diámetro
- 7.-Embarrado alterna barras de cobre bajo mampara plástica de protección
- 9.-Inversores cargadores Victron, modelo Quattro 15 kVA
- 11.-Caja protección, mag.AC/dif./contador exterior (red, grupo electrógeno...) y mag.AC,/dif. interior (inst.alimentar)
- 13.-Cableado continua Harmohny Class XZ1(S) AI bajo tubo PEMSA RPVC1250 de 20mm de diámetro
- 14.-64 baterías Pylontech, modelo US3000C, 8 bloques de 8 baterías en paralelo cada bloque
- 15.-Cable datos conexión contador, bloques baterías, inv/carg e inv/gen con procesador de control
- 16.-GX Victron
- 17.-Embarrado continua barras de cobre bajo mampara plástica de protección
- 18.-Salida a red, grupo electrógeno
- 19.-Salida a instalación a alimentar



PROYECTO: *Diseño y adaptación de un contenedor común de transporte de mercancías a generador/acumulador fotovoltaico*

PETICIONARIO: *Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Málaga*

DESIGNACION PLANO: *Esquema Principios*

FIRMA:

FDO.: Mónica Valcarlos Blanco
Grado Ing. Mecánica

SITUACION:	LOCALIDAD:
POBLACION:	C.P.:
SITA:	
FECHA:	ESCALA:
19-05-2023	S/E
Nº EXPEDIENTE:	Nº PLANO:
TFG/GIM	02