



UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

Instal·lació Fotovoltaica d'Autoconsum per una Empresa del Sector HORECA

Autor: Ramon Jordi Morera Urballa

Tutor: Cristian Fàbrega Gallego

Curs acadèmic: 2021/2022

Màster en Energies Renovables i
Sostenibilitat Energètica

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:



Índex

1. Introducció	1
1.1. Energia solar fotovoltaica	1
1.2. Situació actual	2
2. Objectius	4
3. Normativa aplicable	5
4. Localització i emplaçament	7
5. Dimensionament de la instal·lació fotovoltaica	10
5.1. Estudi connectat a xarxa	10
5.1.1. Perfil de consum	10
5.1.2. Sistema amb excedents	13
5.1.3. Sistema amb mínims excedents	16
5.2. Estudi aïllat de la xarxa	19
5.2.1. Sistema aïllat amb bateries de liti	19
5.2.2. Sistema aïllat amb bateries de plom	24
6. Conclusions	29
Llista de Figures	31
Llista de Taules	33
Bibliografia	34

Annexos	36
A.1 Estudi de potència contractada i proposta de canvi	36
A.2 Fitxa tècnica suports	40
A.3 Fitxa tècnica mòduls Trina Solar	42
A.4 Fitxa tècnica inversor GoodWe 50 K	44
A.5 Fitxa tècnica inversor GoodWe 25 K	45
A.6 Fitxa tècnica inversor SolaXpower	47
A.7 Fitxa tècnica generador de suport	53
A.8 Fitxa tècnica bateria de liti i plom	54

Abstract

The current energetic crisis presents the opportunity to find alternatives to the fossil fuel based conventional energy sources. The main goal of this project is to size a self-consumption photovoltaic system in a building of the HORECA sector, which has a consumption profile with a continuous demand during the 24 h of the day. Two different scenarios are considered: 1) On-grid systems and 2) Off-grid systems. In the first scenario two designs were simulated, a electricity surplus focused generation system to benefit from the economic compensation, and a system that maximizes self-consumption with the minimum generation of surplus electricity. These two designs present payback times under 6,5 years, independently from the compensation price. Moreover, values of 45,00 % and 36,51 % independence from the grid are obtained, respectively. In the second scenario, the viability of lithium and lead batteries with a back-up generator is studied. With the current electricity price the designs are not economically viable, but the gap to viability is smaller than expected. The main obstacle of the Off-grid systems is the renovation battery extra cost, because during the lifetime of the system, the battery will be changed more than twice. The photovoltaic solar energy has a great potential in the energetic transition and the fight against climate change.

Keywords: photovoltaics, batteries, off-grid, PVSYST, on-grid

1. Introducció

1.1. Energia solar fotovoltaica

La demanda global d'energia augmenta cada any i les projeccions futures mantenen aquesta tendència a l'alça. Per poder satisfer la demanda creixent, es genera energia amb diverses fonts, majoritàriament carbó, petroli i gas natural. L'ús d'aquestes fonts d'energia no renovables, denominades d'aquesta manera perquè són finites, causen un gran impacte al medi ambient durant la seva obtenció, processament i el consum final (majoritàriament emissions de gasos d'efecte hivernacle). La combinació de la seva condició de finites i els impactes climàtics associats les posiciona com a fonts d'energia no sostenibles.

Una transició energètica cap a fonts renovables és l'únic camí per assolir una generació d'energia neta, o com almenys amb els mínims efectes ambientals adversos. D'entre les energies renovables, l'ús de la fotovoltaica ha augmentat durant les últimes dècades, i la tendència es manté creixent [1]. La fotovoltaica destaca pel seu gran potencial gràcies a la seva font d'energia pràcticament infinita, el Sol. Tot i això, amb el nivell tecnològic actual és impossible aprofitar tota l'energia solar que arriba a la Terra (96000 TW [2]) perquè l'eficiència dels mòduls solars està molt per sota del 100 %. Té un límit teòric, conegut com el límit Shockley-Queisser [3], que permet un màxim del 33,3 % d'eficiència de conversió de potència a $E_g=1.14$ eV [4], una banda prohibida semblant al del silici cristal·lí (1,11 eV), el material base de la majoria de mòduls solars actualment. Tal com es veu a la Figura 1 (quadrat blau), ha assolit una eficiència de conversió de potència del 26,1 % en un dispositiu de junció simple.

Per entendre el potencial de la fotovoltaica fins i tot amb aquests valors de conversió baixos: si només un 1 % de la superfície terrestre es cobrís amb aquests mòduls, l'energia aprofitada seria més de 8 cops la demanda d'energia global projectada pel 2050 [2]. Com es mostra a la Figura 1, hi ha diverses estratègies per superar la

conversió de la junció simple de silici cristal·lí, com ara la junció múltiple i la concentració de llum. A més a més, hi ha una gran diversitat d'alternatives al silici molt prometedores, com és el cas de les cel·les solars en base a perovskites. Tot i això, aquests valors són a nivell de laboratori i, de moment el mercat comercial de mòduls fotovoltaics el lidera indiscutiblement la tecnologia de silici.

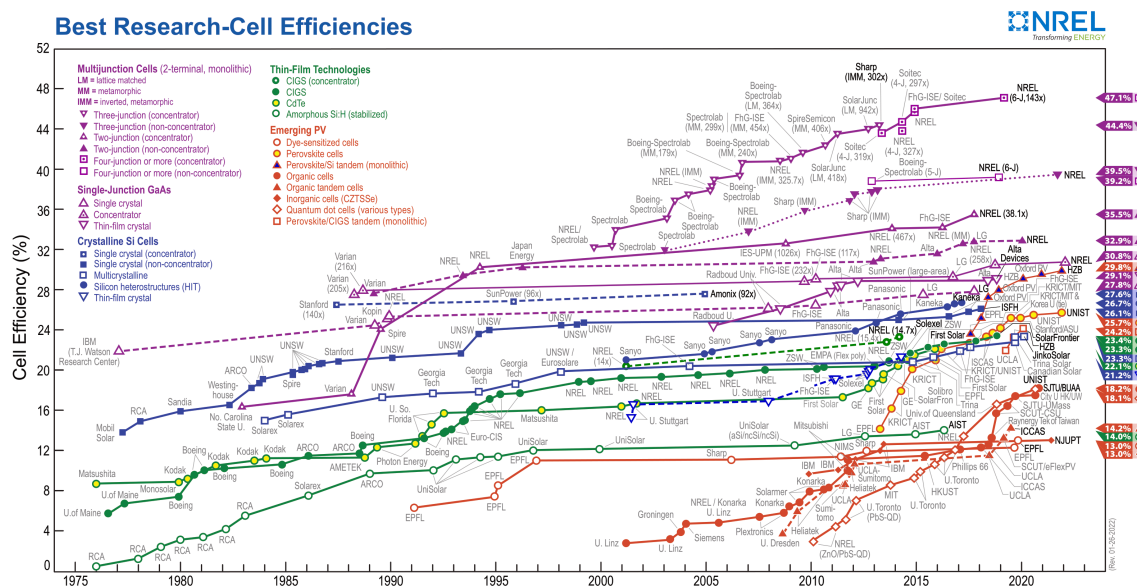


Figura 1: Eficiències màximes (%) de cel·les solars de diverses tecnologies des del 1976 fins a l'actualitat (actualitzat fins a data 14 de juny del 2022) [5]

1.2. Situació actual

Durant els últims mesos el preu de l'electricitat al mercat majorista ha anat en augment, encadenant rècords històrics diaris. En gran part el causant ha estat l'augment del preu del gas natural, el subministrament europeu del qual depèn de Rússia. El preu dels carburants també ha anat a l'alça, fins al punt que el govern central ha cregut necessari subvencionar part del cost de cada litre de combustible per reduir l'impacte a l'economia de la població.

Amb tot aquest panorama energètic, el sector fotovoltaic es presenta com una alternativa a la xarxa elèctrica molt prometedora. Permet evitar el consum d'electricitat de la xarxa durant el dia, que és quan és més cara, fent que com més augmenti el preu de l'electricitat, més aviat es compensarà la inversió inicial amb l'estalvi per

autoconsum. La crisi energètica europea causada per la invasió de Rússia a Ucraïna i l'augment del preu del gas natural rus, s'ha d'aprofitar per donar empenta a la transició energètica i apropar-nos a la independència energètica, a més d'alinejar-nos també amb els objectius europeus de zero emissions pel 2050. La fotovoltaica no només permet això amb les grans centrals generadores d'electricitat, sinó que amb la possibilitat de sistemes residencials i industrials d'autoconsum, s'aconsegueix una reducció de la necessitat d'energia subministrada per la xarxa elèctrica, rebaixant l'estrès causat per la demanda creixent actual i futura.

2. Objectius

El principal objectiu d'aquest treball és la realització de l'avantprojecte d'una instal·lació fotovoltaica amb el dimensionament adequat en un edifici existent i segons un perfil de consum concret, tenint en compte la seva viabilitat tècnica i econòmica.

De forma específica els objectius són:

- Anàlisi del perfil de consum de l'empresa DIESMAR, així com també de l'emplaçament de l'edifici on es proposa la instal·lació fotovoltaica.
- Estudi de la viabilitat d'un sistema fotovoltaic connectat a la xarxa elèctrica segons el grau d'excedents generats.
- Estudi de la viabilitat d'un sistema fotovoltaic aïllat, comparant l'ús de bateries de liti i de plom.

3. Normativa aplicable

- Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, segons el qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediment d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reial Decret 244/2019, del 5 d'abril, per el que regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- Reial Decret Llei 15/2018, del 5 d'octubre, de mesures urgents per la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial Decret 900/2015, de 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- Reial Decret Llei 29/2021, del 21 de desembre, per el que s'adopten mesures urgents en l'àmbit energètic pel foment de la mobilitat elèctrica, l'autoconsum i el desplegament d'energies renovables.
- Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats
- Reial Decret 815/2013, del 18 d'octubre, pel qual s'aprova el Reglament d'emissions industrials i de desenvolupament de la Llei 16/2002, de l'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació.
- Reial Decret Legislatiu 1/2016, del 16 de desembre, pel qual s'aprova el text refós de la Llei de prevenció i control integrats de la contaminació.
- Llei 21/2013, del 9 de desembre, d'avaluació ambiental.

- Decret Legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, pel qual s'aprova el text refós de la llei d'urbanisme.

4. Localització i emplaçament

L'edifici objecte del present estudi està situat al Carrer València número 2 de la localitat de Sant Boi de Llobregat, amb codi postal 08830 i coordenades 41,34 °N 2,05 °E. La Figura 2 mostra la vista aèria de l'edifici. L'estudi contempla la instal·lació dels mòduls fotovoltaics a les cobertes seguint la inclinació del teulat existent, de manera que no es preveu cap canvi en l'alçada de l'edifici. Aquestes cobertes són panells tipus sandvitx (xapa//llana de roca//xapa), i requereixen un tipus de suports concrets per instal·lar mòduls fotovoltaics. La fitxa tècnica dels suports escollits, compatibles amb el tipus de coberta i les dimensions dels mòduls que es descriuran a continuació, es troba a l'Annex A.2.

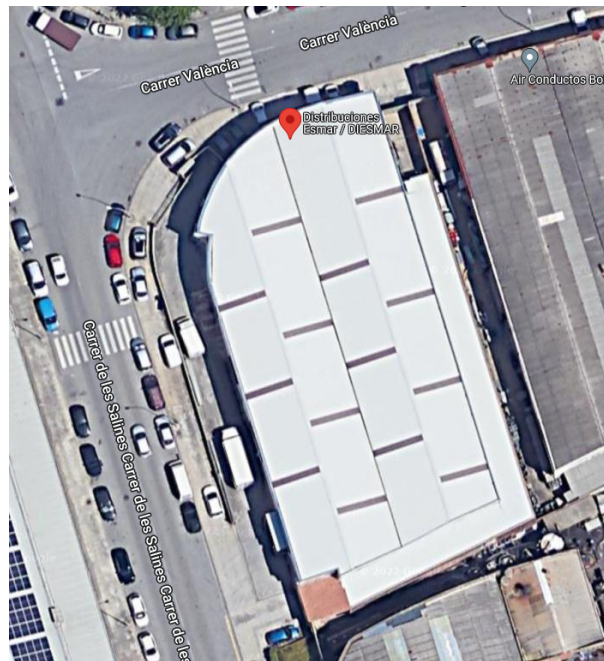


Figura 2: Imatge aèria de l'edifici objecte de l'estudi, obtinguda de Google Maps.

Per poder fer el correcte dimensionament de la instal·lació fotovoltaica és necessari determinar l'àrea total susceptible de permetre la instal·lació dels mòduls fotovoltaics, la inclinació de les diferents cobertes, així com també l'angle respecte

el sud (azimut) de cadascuna d'aquestes superfícies. A partir de la Figura 3a s'ha determinat que l'azimut de l'edifici és de $-17,2^\circ$ i que l'azimut de les cobertes orientades cap a l'est i oest està desplaçat 90° respecte el de l'edifici, en negatiu i positiu respectivament:

$$EST : -17,2 - 90 = -107,2^\circ \quad ; \quad OEST : -17,2 + 90 = 72,8^\circ \quad (1)$$

A més a més, les quatre superfícies de la coberta formen dos triangles consecutius amb una amplada total de 28 m i una altura de 2 m cadascun, tal com s'esquematitza a la 3b. S'ha calculat la inclinació de les cobertes amb l'equació a partir d'aquestes mides:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2}{7}\right) \approx 16^\circ \quad (2)$$

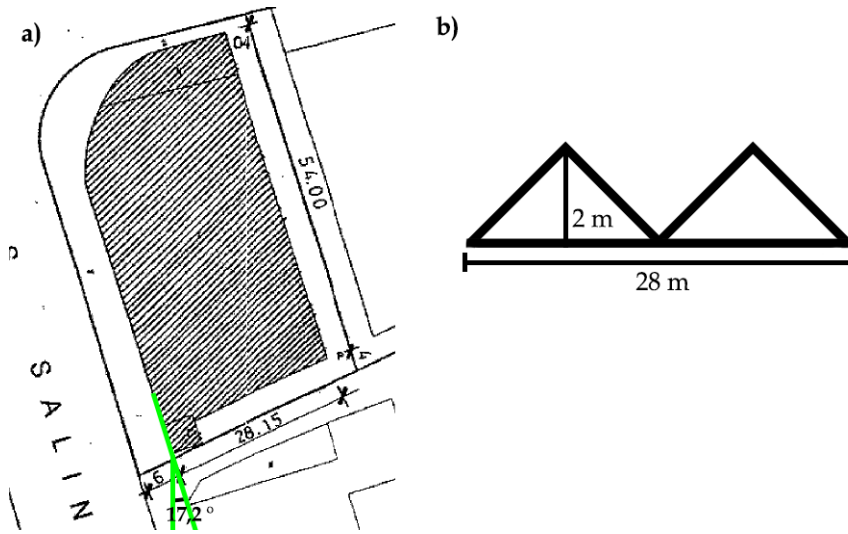


Figura 3: a) Fracció del plànol de la situació i emplaçament de l'edifici. b) Esquema de la secció transversal de la coberta de l'edifici.

S'estima que l'àrea útil total de les quatre cobertes és de 1500 m^2 . Aquest valor s'ha calculat a partir dels plànols de l'edifici (Figura 4), amb l'equació 3.

$$\text{Àrea} = \frac{28 \cdot 3,7}{2} + \frac{\pi \cdot 18 \cdot 19,6}{4} + (52,5 - 19,6) \cdot 28 + 19,6 \cdot (28 - 18) = 1446,09 \text{ m}^2 \quad (3)$$

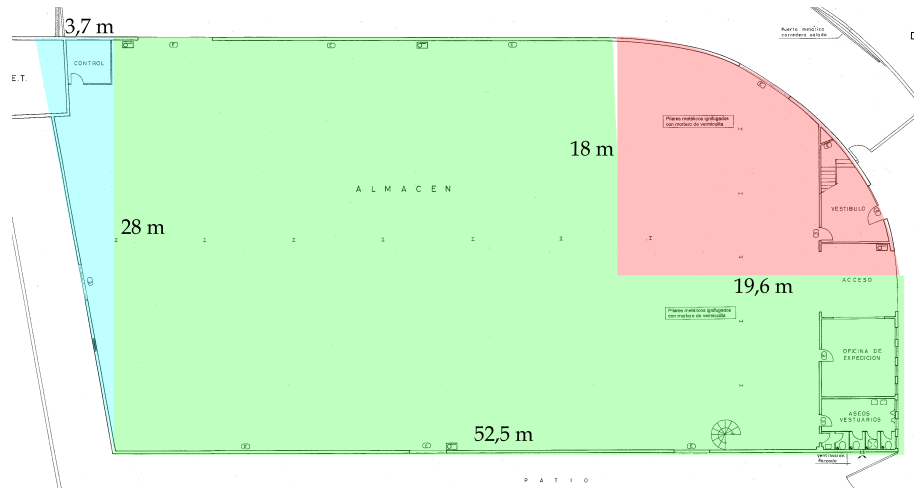


Figura 4: Plànol de la planta baixa de l'edifici, amb regions marcades en color blau, verd i vermell per facilitar el càlcul de l'àrea dividint la forma irregular en polígons.

Però com que l'angle d'inclinació de les cobertes és de 16° , la superfície real total s'obté aplicant un factor d'1,04 a l'àrea calculada: $1446,09 \cdot 1,04 \approx 1500 \text{ m}^2$. Tenint en compte aquest valor d'àrea i les dimensions de l'edifici, amb l'eina Sunny Design [6] s'ha calculat la màxima distribució de mòduls totals a les 4 cobertes de l'edifici. La Figura 5 mostra la projecció en 3D de la simulació.



Figura 5: Representació en 3D de l'edifici objecte d'estudi, amb el dimensionament màxim dels mòduls solars seleccionats.

5. Dimensionament de la instal·lació fotovoltaica

En aquest apartat es descriuen i analitzen les propostes simulades al programa PVSYST versió 7.2 [7] [8] [9] en l'emplaçament descrit a l'apartat anterior, classificades en dos escenaris diferents: 1) amb connexió a la xarxa elèctrica i 2) aïllats de la xarxa elèctrica. En el primer cas, l'objectiu és minimitzar la dependència de la xarxa elèctrica a la vegada que s'obté una rendibilitat econòmica del projecte. En el segon cas, s'analitza la viabilitat d'abastir l'edifici amb un sistema fotovoltaic amb bateries, i un generador de suport.

L'edifici objecte d'estudi és una nau industrial amb una demanda contínua d'energia durant totes les hores del dia, i tots els dies de l'any, ja que part del consum es destina a alimentar frigorífics per preservar productes alimentaris a 2,5 °C. Aquest requeriment té molta més importància en els sistemes aïllats de la xarxa elèctrica, ja que s'ha d'assegurar el subministrament d'energia continu pel bon funcionament de les activitats comercials de l'empresa. En el cas de les propostes amb connexió a la xarxa no hi ha problemes pel subministrament d'energia, però sí que entra en joc el bon dimensionament del camp fotovoltaic per optimitzar l'ús de l'electricitat generada autònomament.

5.1. Estudi connectat a xarxa

5.1.1. Perfil de consum

Per poder dimensionar adequadament el sistema fotovoltaic s'han extret els perfils de consum mensuals i horaris de l'edifici estudiat de l'empresa DIESMAR, a partir de les dades horàries de consum elèctric i les factures mensuals. S'ha procedit a comprovar la influència dels caps de setmana al perfil de consum horari setmanal. Durant l'anàlisi de les dades de consum, s'ha fet un estudi de la potència contractada,

i s'ha fet una proposta de canvi de potència (veure Annex A.1) a partir de l'eina de càlcul proporcionada per l'Institut Català de l'Energia [10].

La Figura 6 mostra en negre la mitjana horària anual de consum elèctric (kWh) tenint en compte dies laborables i caps de setmana, i en vermell i blau tenint en compte només els laborables i caps de setmana, respectivament. Entre les 00:00 h i les 6:00 h no s'observa cap diferència significativa, però entre les 6:00 h i les 00:00 h es comprova que la influència dels dies festius al consum promig total és notable. S'agafa com a punt de partida el perfil de consum de dies laborables per assegurar que el sistema fotovoltaic permet proveir adequadament els pics de demanda durant el dia, que justament són els moments de més irradiància solar i per tant de més generació potencial d'energia fotovoltaica.

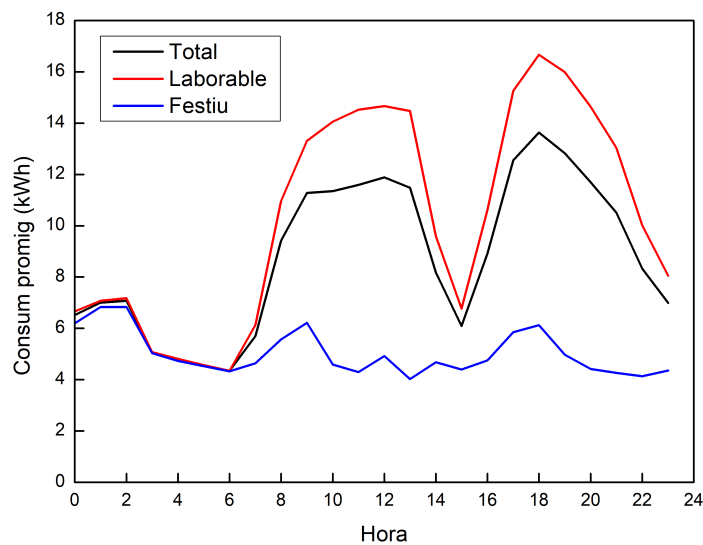


Figura 6: Perfils de consum horaris promig dels dies laborables (vermell), caps de setmana (blau) i el promig total (negre).

Amb aquest punt de partida, la Figura 7 mostra el perfil de consum mensual diürn en kWh (columnes de color verd). Mitjançant l'eina de lliure accés PVGIS versió 5.2 [11], s'han obtingut les irradiàncies horàries de cada mes de l'any per l'inclinació (16°) i orientació EST i OEST ($-107,2^\circ$ i $72,8^\circ$, respectivament) calculades amb les equacions 1, 2. A partir d'aquestes dades s'ha pogut determinar que el rang d'hores amb irradiància solar és de 5-19 h tant per l'est com per l'oest, i amb aquesta finestra

horària, s'ha calculat el consum diürn de l'edifici. A més a més, també es determina que les cobertes orientades a l'OEST reben més irradiància horària que les de l'EST i, per tant, són les cobertes amb més potencial fotovoltaic. Aquets fet era l'esperat, ja que són les cobertes amb un azimuth menor i, per tant, estan més encarades cap al sud. Les línies en vermell i negre representen la producció estimada mensual en kWh per dos potències de camp fotovoltaic corresponents a dos optimitzacions diferents. En ambdós casos es parteix de l'orientació amb més potencial fotovoltaic: angle d'inclinació de 16° i azimuth de $72,8^\circ$. La vermella representa els resultats de la simulació preliminar del PVSYST partint de l'energia consumida total anual: 74851,4 kWh. La producció és només inferior al consum durant els mesos de novembre, desembre i gener. La resta de l'any supera amb escreix la demanda esperada, sobretot als mesos d'estiu. La negra, en canvi, representa la producció d'un camp fotovoltaic amb una potència instal·lada que permeti minimitzar els excessos de generació. Per aquest motiu el pic de producció s'ha fet coincidir amb la demanda dels mesos de juny i juliol.

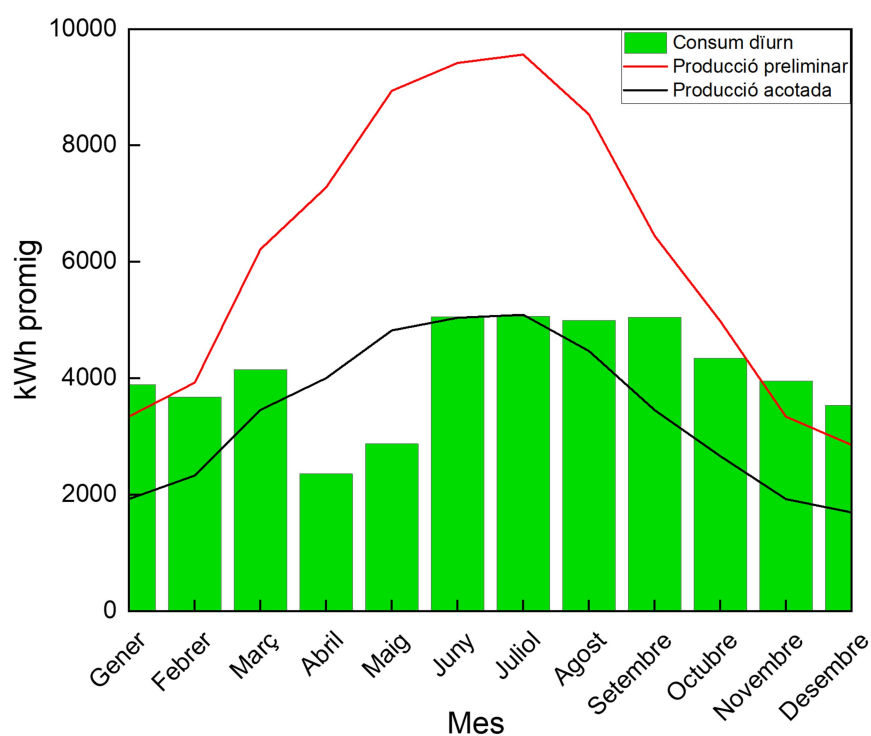


Figura 7: Perfils de consum mitjà mensual (verd), i producció mensual estimada a partir del consum total anual (vermell) i producció mensual estimada minimitzant excedents (negre).

5.1.2. Sistema amb excedents

En aquest primer estudi d'un sistema fotovoltaic connectat a la xarxa elèctrica es parteix del consum elèctric total anual de l'edifici durant l'últim any. La Taula 1 mostra el consum mensual de l'any 2021 en kWh amb el preu corresponent, i també el total anual. També mostra la relació anual €/kWh. Aquesta relació és molt important perquè reflecteix realment el preu del kWh, a diferència del preu contractat amb la comercialitzadora. Com s'ha mencionat a la introducció, des de l'abril del 2021, la meitat o més de la factura mensual de l'edifici objecte d'estudi ha estat el concepte dels Ajustos de Mercat, i aquesta variabilitat mensual genera un augment net del preu contractat, que si no es té en compte provoca que les simulacions de rendibilitat econòmica dels projectes no s'ajustin a la realitat. A més, el preu mostrat a la taula no incorpora el cost de la potència contractada, ja que l'edifici manté la connexió a la xarxa elèctrica i a l'hora de calcular l'estalvi per autoconsum en aquestes condicions, és un recàrrec que una instal·lació fotovoltaica no pot evitar. Per aquest motiu, a l'hora de realitzar els càlculs d'estalvi econòmic per autoconsum s'imposa que el preu de l'energia és de 0,17 €/kWh. És un augment significatiu del preu de l'energia, tenint en compte que en el Període 1, el més car, el contracte és de 0,155869 €/kWh, amb una mitjana de 0,13 €/kWh.

Taula 1: Dades del consum mensual en kWh del 2021 (el valor del desembre és del 2020, per manca de dades), i la facturació mensual. També es mostra la relació €/kWh de tot l'any.

Mes	kWh	€	
Gener	5293,00	600,36	
Febrer	4462,00	376,49	
Març	7185,00	710,24	
Abril	8243,00	912,42	
Maig	5594,00	413,99	
Juny	7285,00	1007,45	
Juliol	7400,00	1329,48	
Agost	6196,00	1401,08	
Setembre	4275,40	775,71	
Octubre	6781,00	2986,37	
Novembre	6240,00	1801,48	
Desembre	5897,00	575,36	€/kWh
Total	74851,40	12890,45	0,17

A partir de la simulació preliminar del PVSYST s'ha obtingut un valor de potència pic a instal·lar de 53,70 kWp. Aquest càlcul intern del programa parteix del valor anual de consum energètic que es requereix (74851,40 kWh, valor obtingut a partir del tractament de dades del perfil de consum), i l'angle d'inclinació i azimuth dels mòduls solars. En aquest cas, com s'ha determinat a les equacions 2 i 1, són 16 ° i 72,8 °, respectivament. Amb l'objectiu de maximitzar l'energia generada per unitat de superfície, s'ha fet una tria de mòdul fotovoltaic entre dos proveïdors europeus: Technosun [12] i Europe Solar Store [13]. Finalment s'ha seleccionat el mòdul de 650 W de l'empresa Trina Solar (TSM-650ED21), ja que és el mòdul amb més potència de la marca del qual s'ha trobat el preu, i té molt bones prestacions (veure la fitxa tècnica a l'AnnexA.3). A més a més, la fitxa tècnica del mòdul està integrada al PVSYST. Per tant, per assolir 53,70 kWp amb el mòdul es procedeix a fer el càlcul de mòduls necessaris:

$$\# \text{ mòduls} = \frac{53,70 \text{ kWp}}{0,65 \text{ kWp/mòdul}} = 82,62 \quad (4)$$

Per facilitar la distribució dels mòduls de forma equitativa es procedeix al dimensionament de la instal·lació amb 84 mòduls. Després d'analitzar diversos inversors, se selecciona l'inversor de 50 kW de l'empresa GoodWe (GW50K-MT) i es comprova que també forma part de la base de dades del PVSYST. Es distribueixen els mòduls en 4 branques de 21 mòduls en sèrie. D'aquesta manera, els 4 seguidors de MPP de l'inversor treballen en les mateixes condicions. Es comprova que els valors de Voltatge i Intensitat de cada branca estan compresos dins del rang de treball de l'inversor i que no se supera la potència màxima d'entrada de l'inversor (veure fitxa tècnica a l'Annex A.4). A més a més, s'aconsegueix una relació de potències DC/AC de 1,09. De forma òptima la relació DC/AC ha de ser més gran que 1 i no superar l'1,2. Aquesta condició assegura que l'inversor treballa amb una sortida màxima i s'obté un funcionament òptim de la instal·lació, sense estar subdimensionat respecte el camp fotovoltaic. La Figura 8 mostra de forma esquemàtica la instal·lació simulada al PVSYST.

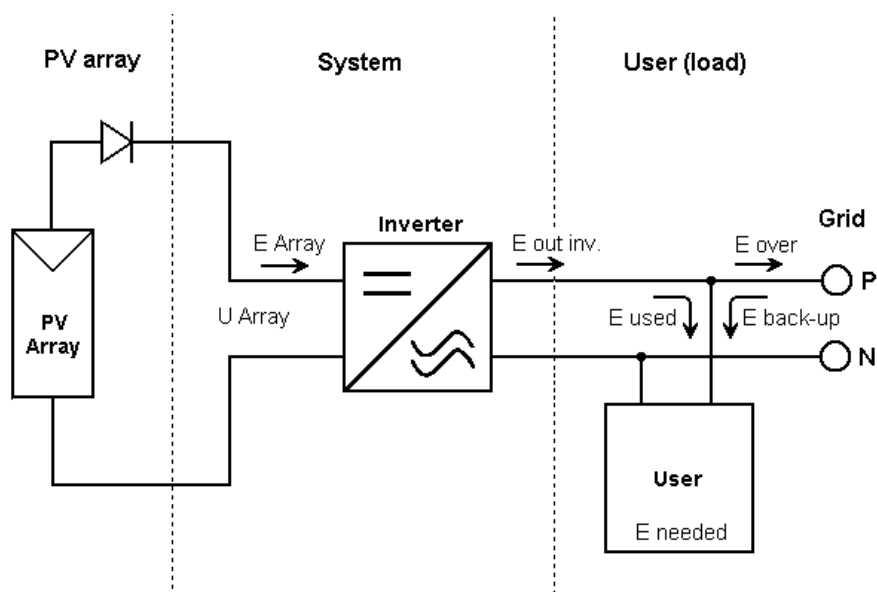


Figura 8: Esquema de la instal·lació fotovoltaica connectada a la xarxa elèctrica.

Amb aquests paràmetres, de la simulació s'extreu el diagrama de pèrdues. La Figura 9 mostra la distribució de l'electricitat. Amb aquesta instal·lació s'aconsegueix un 45,00 % d'independència de la xarxa elèctrica. Tot i això, un 47,52 % de l'energia generada s'aboca a la xarxa.

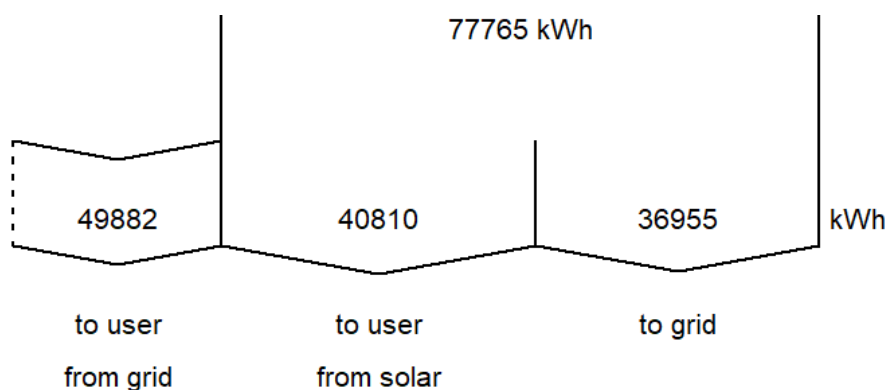


Figura 9: Retall del diagrama de pèrdues del sistema amb excedents, obtingut amb el PVSYST.

Per últim, es procedeix a l'anàlisi de la rendibilitat econòmica del projecte. La Taula 2 mostra els cost desglossat del projecte. Addicionalment a aquesta inversió, s'ha de tenir en compte un cost anual de manteniment i neteja d'aproximadament 750 €[14], un factor important pel bon funcionament dels mòduls fotovoltaics durant la seva vida útil [15]. Per poder calcular la rendibilitat econòmica, el PVSYST necessita els valors de vida del projecte (25 anys), degradació anual (-0,5 %), inflació (4 % [16]).

Taula 2: Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica amb excedents.

Component	Unitats	Cost unitari (€)	Cost total (€)
Mòduls	84	314,60	26426,40
Suports	21	180,99	3800,79
Inversor	1	2840,00	2840,00
Altres components	1	500,00	500,00
Instal·lació i transport	1	-	2570,00
Total			36137,19

Taula 3: Taula de valors comparativa entre Valor Actual Net (VAN) i el temps de retorn segons tres preus de compensació percebuts.

Compensació (€/kWh)	0,00	0,05	0,18
Valor Actual Net (€)	68444,61	102543,70	191201,35
Temps de retorn (anys)	6,5	4,9	2,9

Per poder determinar l'estalvi per autoconsum és necessari introduir els 0,17 €/kWh calculats prèviament, i per últim, el preu de compensació dels excedents. Tal com mostra la Taula 3, independentment del preu de compensació, el projecte és rendible econòmicament, però poder vendre els excedents redueix considerablement el temps de retorn.

Es pot veure que fins i tot sense compensació pels excedents el projecte presenta un temps de retorn molt baix i un VAN considerable. Els altres dos preus de compensació són 0,05 i 0,18 €/kWh respectivament. El primer és el preu aproximat de compensació abans de la pandèmia i la fluctuació actual del mercat elèctric, i el segon és el preu mitjà dels excedents en el mercat regulat del mes de maig de 2022 [17]. Cal dir que el mercat actual és molt volàtil, ja que al mes de març el preu per compensació d'excedents va superar els 0,50 €/kWh.

5.1.3. Sistema amb mínims excedents

En aquest apartat es descriu el dimensionament d'una instal·lació fotovoltaica connectada a la xarxa elèctrica amb l'objectiu d'aprofitar el màxim d'energia generada. Per aquest motiu, tal com es veu a la Figura 7 amb la línia de color negre, es fa

coincidir el màxim de generació amb el màxim de consum. A partir de la simulació preliminar del PVSYST amb la orientació i inclinació amb més potencial (inclinació de 16° i azimuth de $72,8^\circ$, és a dir, a les cobertes de l'oest) s'obté que per aconseguir aquesta coincidència la potència pic instal·lada ha de ser de 29 kWp. De forma equivalent a l'equació 4, es calcula el nombre de mòduls necessaris per arribar a la potència desitjada:

$$\# \text{ mòduls} = \frac{29 \text{ kWp}}{0,65 \text{ kWp/mòdul}} = 44,62 \quad (5)$$

En aquest cas, s'aproxima el nombre de mòduls necessaris a 45. L'inversor seleccionat també és de la marca GoodWe, però és un model amb una potència inferior a l'anterior, ja que la potència del camp fotovoltaic també és menor. El model seleccionat és el GW25-MT. Segons la seva fitxa tècnica, admet una potència màxima de 32,5 kWp, i un rang de voltatge de l'MPPT d'entre 200 i 950 V, amb una intensitat màxima per entrada de 25 A. Per complir amb aquests paràmetres, es distribueixen els mòduls en 3 branques de 15 mòduls en sèrie cadascuna, connectades cadascuna a un dels 3 seguidors de MPPT de l'inversor (veure fitxa tècnica a l'Annex A.5).

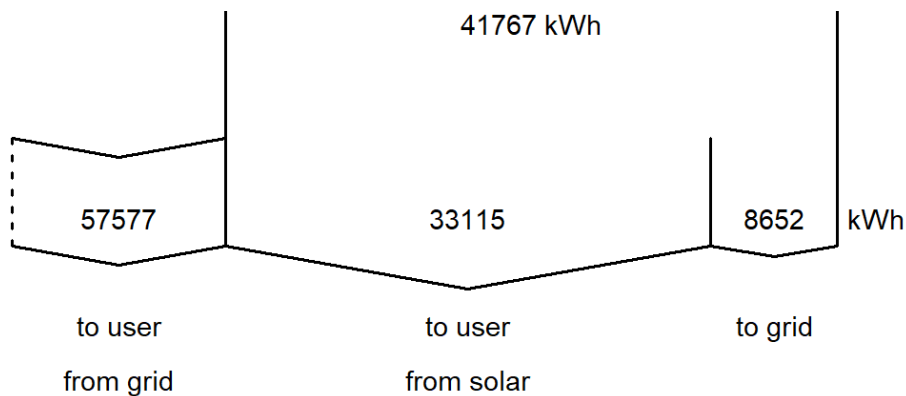


Figura 10: Retall del diagrama de pèrdues del sistema amb mínims exedents, obtingut amb el PVSYST

En aquest cas, la relació de potències DC/AC és d'1,17, permetent un bon funcionament de l'inversor. Un cop introduïts aquest paràmetres al PVSYST es procedeix a la simulació del sistema, i s'obté el diagrama de pèrdues. La Figura 10 en mostra un retall, i permet determinar que en aquest cas, com era d'esperar, la generació

Taula 4: Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica amb mínims excedents.

Component	Unitats	Cost unitari (€)	Cost total (€)
Mòduls	45	314,60	14157,00
Suports	15	138,39	2075,85
Inversor	1	1994,00	1994,00
Altres components	1	500,00	500,00
Instal·lació i transport	1	-	1400,00
		Total	20126,85

Taula 5: Taula de valors comparativa entre Valor Actual Net (VAN) i el temps de retorn segons tres preus de compensació percebuts amb el sistema amb mínims excedents.

Compensació (€/kWh)	0,00	0,05	0,18
Valor Actual Net (€)	60317,00	68303,80	89069,47,88
Temps de retorn (anys)	4,4	4,1	3,3

d'electricitat és menor (un 54 % menor respecte la proposta amb excedents), així com la necessitat de consumir directament de la xarxa és major. En aquest cas, s'assoleix una independència de la xarxa elèctrica del 36,51 %, i només el 20,72 % de l'energia generada s'aboca a la xarxa (a diferència del 47,52 % de la proposta amb excedents).

Pel que fa a la rendibilitat econòmica, es simula en base als mateixos criteris que la proposta anterior (25 anys de vida útil, 4 % d'inflació i una degradació del 0,5 % anual). La Taula 4 mostra el cost desglossat del sistema. En aquest cas el preu és inferior, ja que es requereix una quantitat menor de mòduls i suports, i l'inversor és més barat. La resta de components s'han mantingut iguals.

A més, la Taula 5 mostra també la rendibilitat econòmica del sistema segons el preu percebut dels excedents. Es pot veure que en el cas de no compensació, o de compensació a 0,05 €/kWh, el temps de retorn és menor en el cas de mínims excedents, ja que la inversió inicial és menor, i el retorn es basa més en l'estalvi per autoconsum que no pas en la compensació. En canvi, si el preu de compensació augmenta, com és el tercer cas (0,18 €/kWh), aquesta compensació dels excedents més generosa compensa l'augment d'inversió inicial i redueix més el temps de retorn respecte el sistema amb mínims excedents.

5.2. Estudi aïllat de la xarxa

En aquest apartat de l'estudi, s'analitza la viabilitat tècnica i econòmica d'abastir la demanda de consum de l'edifici objecte d'estudi mitjançant un sistema fotovoltaic aïllat de la xarxa elèctrica, provist de bateries i generació de suport. Es divideix l'estudi en dos blocs: 1) bateries de liti i 2) bateries de plom. Les primeres són més cares però permeten una profunditat de descàrrega superior i presenten un millor aprofitament de l'energia generada. Les segones són més barates, però permeten profunditats de descàrrega molt inferiors, fent necessari un major dimensionament de la capacitat de les bateries per oferir els mateixos dies de càrrega que les de liti. La Figura 11 mostra de forma esquemàtica el tipus d'instal·lació estudiada en aquest apartat.

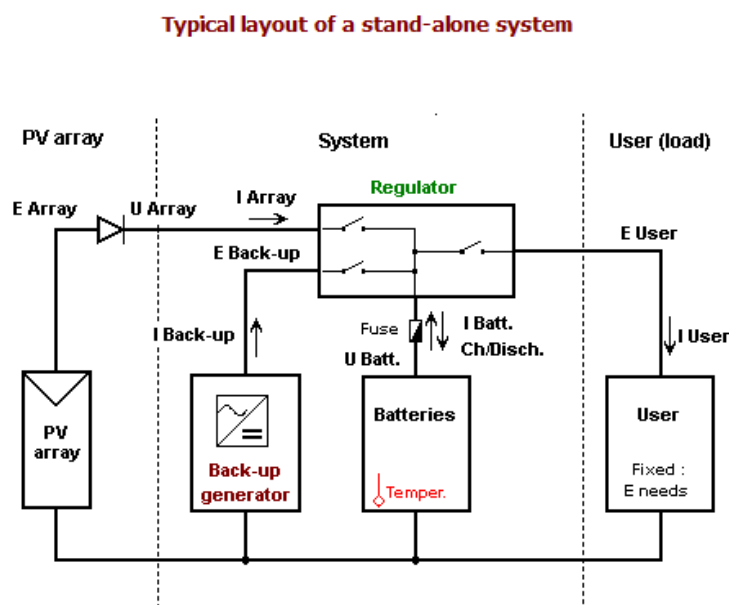


Figura 11: Esquema d'una instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa elèctrica, amb bateries i un generador de suport. L'esquema s'ha obtingut del PVSYST.

5.2.1. Sistema aïllat amb bateries de liti

L'objectiu d'aquest apartat és analitzar la viabilitat d'un sistema aïllat de la xarxa elèctrica fent ús de bateries de liti, una tecnologia relativament recent, però amb molt de potencial. Per aquest estudi, es parteix dels resultats de les anàlisis amb connexió a la xarxa. A la Figura 7 es pot veure que tot i que pel cas de la línia vermella hi

ha gran part dels mesos amb excedents de generació, n'hi ha que són deficientes en producció d'electricitat. Per evitar aquesta deficiència, es parteix del cas extrem de maximitzar la producció solar en tota la superfície disponible. Aplicant un factor del 10 % de pèrdua de superfície per espaiat entre mòduls, suports, seguretat i zones mortes als extrems de cada coberta, s'aproxima que el nombre de mòduls màxims permesos és de:

$$\frac{\text{Àrea total}}{\text{Àrea mòdul}} \times 0,9 = \frac{1500 \text{ m}^2}{1,303 \times 2,384 \text{ m}^2} \times 0,9 = 434,60 \quad (6)$$

Per facilitar-ne la distribució posterior, es contempla el dimensionament amb 432 mòduls fotovoltaics (permet una distribució de 24 branques de 18 mòduls en sèrie cadascuna, i és el valor de mòduls obtinguts amb la projecció 3D realitzada amb l'eina Sunny Design mostrada anteriorment a la Figura 5), però com es pot veure al diagrama de pèrdues de la figura 13, un 75 % de l'energia emmagatzemada a la bateria no es consumeix mai. Per tant, es procedeix a reduir el nombre de mòduls fins a 144. Aquest valor permet una distribució de 12 branques de 12 mòduls en sèrie cadascuna, permetent l'ús de l'inversor X3-80K-9X de l'empresa SolaXpower, ja que compleix els rangs de voltatge, intensitat i nombre d'entrades (veure l'Annex A.6). A més, la relació de potències DC/AC és d'1,17. Addicionalment, s'ha incorporat a la simulació un generador de suport amb l'objectiu de poder compensar el possible dèficit d'energia (Veure fitxa tècnica a l'Annex A.7).

Pel que fa al dimensionament de les bateries, segons el perfil de consum introduït al PVSYST determina que per 3 dies d'emmagatzematge es requereix un total de 873,75 kWh. Les bateries seleccionades també s'han trobat als proveïdors mencionats anteriorment (Techno Sun i Europe Solar Store), i es poden trobar les fitxes tècniques a l'Annex A.7.

El valor calculat és semblant a la capacitat obtinguda amb el PVSYST [18]:

$$\frac{\text{Consum diari} \times \text{Dies}}{\text{Profunditat de descàrrega}} = \frac{248 \text{ kWh} \times 3 \text{ d}}{0,90} = 827 \text{ kWh} \quad (7)$$

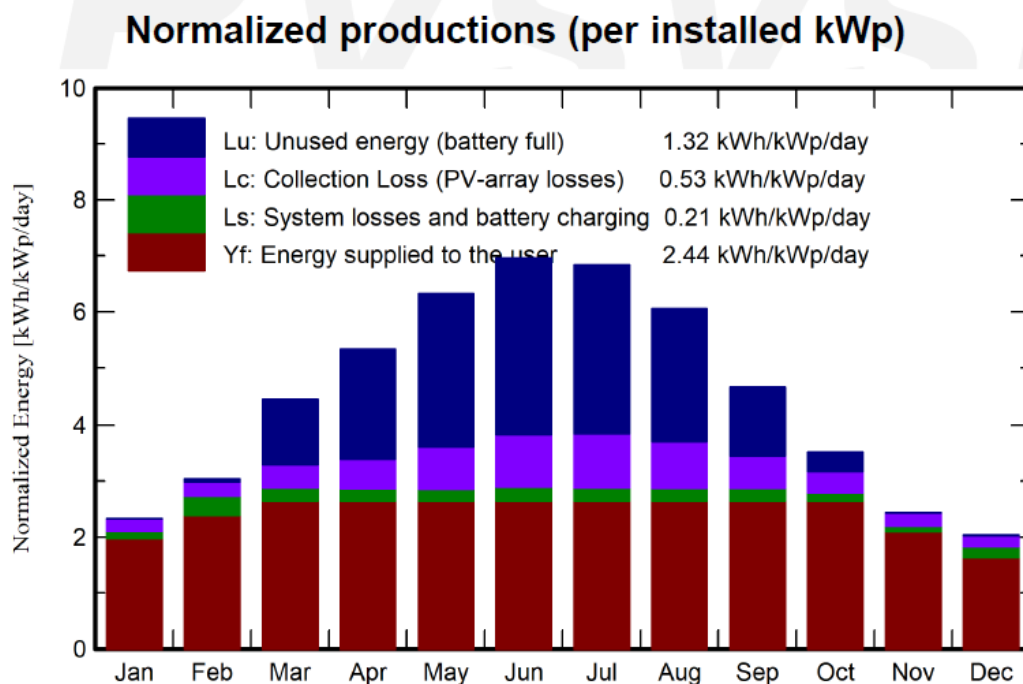


Figura 12: Representació de l'energia generada cada mes, distribuïda segons les diferents pèrdues.

El consum diari s'ha extret del perfil de consum i de les diverses opcions de bateries de liti analitzades s'ha aproximat la profunditat de descàrrega a 0,9. S'ha seleccionat l'armari de bateries de la marca Pylontech, ja que permet un dimensionament adaptable i s'han trobat tots els components tant per separat com en conjunt. Per tal d'obtenir una capacitat entre el rang de 827-870 kWh, es requereixen 7 armaris de 119 kWh. La Figura 12 mostra la proporció mensual d'energia produïda, perduda, i emmagatzemada. Durant els mesos de més irradiància solar s'arriba a tenir més energia emmagatzemada de la que es consumeix, però durant els mesos d'hivern les bateries estan buides. Aquest fet concorda amb l'aparició d'un 7,9 % d'energia del generador de suport, tal com mostra la Figura 14. Pel que fa a l'anàlisi econòmic, un sistema aïllat no només s'estalvia de pagar l'energia consumida, sinó que també s'està exempt de pagar per la potència contractada. Per aquest motiu, de forma equivalent a la Taula 1 però incloent el preu de la potència, s'obté un valor de 0,20 €/kWh normalitzat per tot l'any. Tal com es pot veure a la Taula 6, les bateries incrementen un ordre de magnitud la inversió inicial respecte els sistemes sense bateries analitzats anteriorment. En aquest cas la neteja i manteniment del sistema és més important, ja que no es pot accedir a la xarxa elèctrica, i s'augmenta el cost

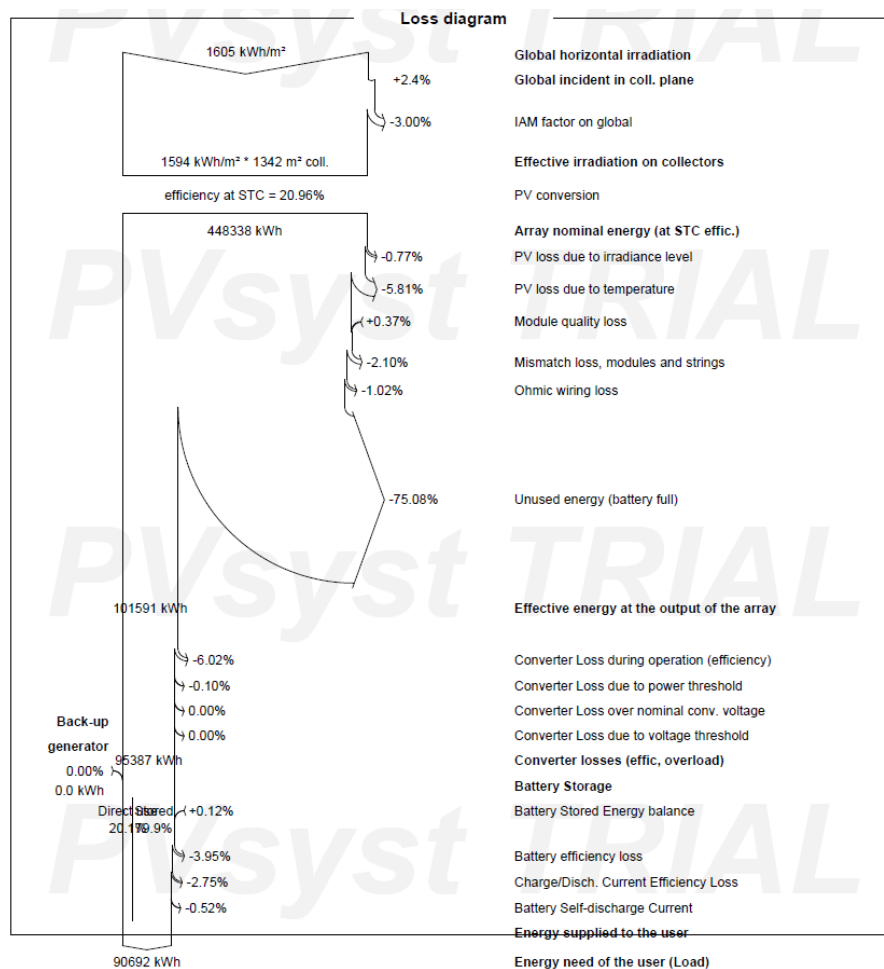


Figura 13: Diagrama de pèrdues per un sistema de 432 mòduls fotovoltaics amb bateries de liti Pylontech.

anual a 1000 €.

Posteriorment s'ha analitzat la viabilitat econòmica de la instal·lació, però com que el sistema és aïllat no es pot rebre compensació pels excedents, l'energia no usada de la bateria és una pèrdua. En aquest cas, s'ha fet un estudi de la viabilitat del sistema segons el preu de l'electricitat que es deixaria de pagar. La Taula 7 mostra els Valors Actuals Nets i temps de retorn segons el dimensionament de les bateries i el preu límit d'estalvi que fa que sigui rendible la instal·lació.

Es pot observar que amb la tarifa actual calculada a 0,20 €/kWh cap dels casos és rendible. A més, s'observa una tendència a l'alça pel que fa a les pèrdues a mesura que s'augmenta la capacitat de la bateria. Aquest increment del cost a mesura que la capacitat augmenta també es veu reflectit al preu límit del contracte per fer rendible

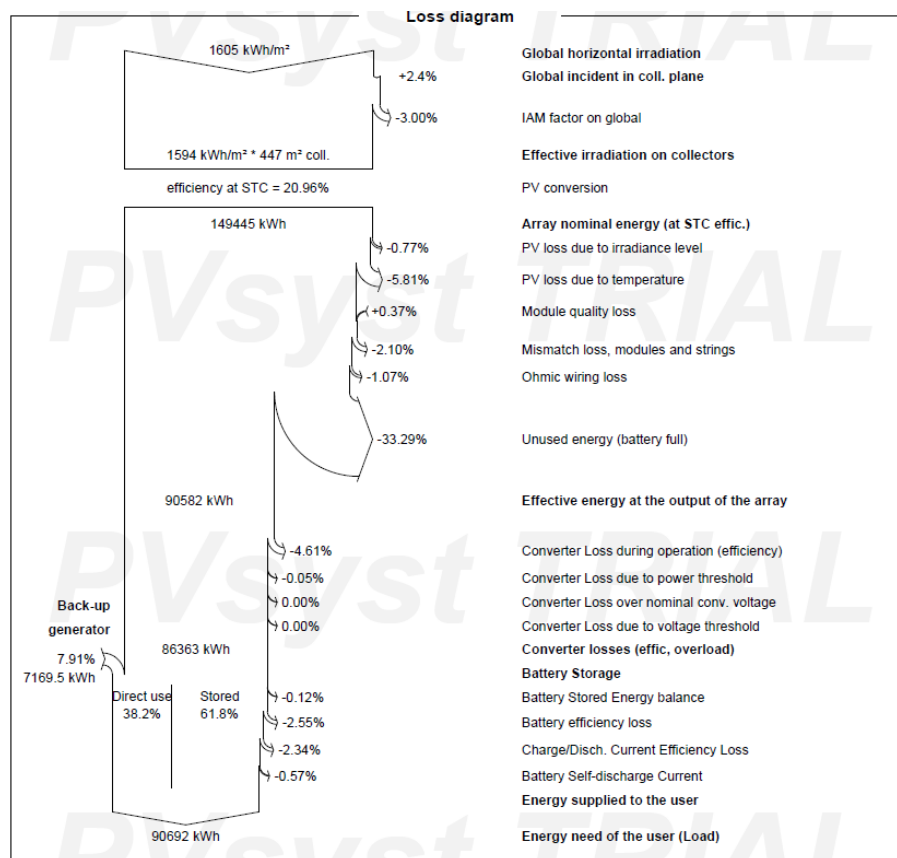


Figura 14: Diagrama de pèrdues per un sistema de 144 mòduls fotovoltaics amb bateries de liti Pylontech.

a 25 anys la instal·lació, ja que a mesura que s'augmenta la capacitat, el preu límit augmenta. Cal dir que no és ideal dimensionar les bateries per sota de 3 dies de capacitat, sobretot amb un perfil de consum continu, ja que no s'aprofiten de forma òptima, i augmenta la contribució del generador de suport, que hauria de ser emprat en casos puntuals. A més a més, en aquest estudi no s'ha inclòs el cost de recanvi del generador de suport ni de les bateries. El cost del generador realment és negligible en comparació al cost total, però el de les bateries sí que és important. Segons el fabricant és superior a 15 anys (veure fitxa tècnica a l'Annex A.8), però amb un ús diari molt probablement serà menor. Per tant, les previsions econòmiques d'aquests sistemes aïllats de la xarxa elèctrica encara són menys rendibles.

Respecte al preu límit, incorporar el sobrecost de la renovació de les bateries el faria augmentar encara més, però fins i tot així és un valor que serveix per saber el grau d'impossibilitat de fer rendible el sistema. Encara que el preu de l'electricitat arribés al cost límit que mostra la Taula 7 la instal·lació simplement no causaria pèrdues,

ja que és el cost que fa que la inversió tingui un període de retorn just al final de la seva vida útil.

Taula 6: Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa elèctrica amb bateries de liti.

Component	Unitats	Cost unitari (€)	Cost total (€)
Mòduls	144	314,60	45302,40
Suports	24	264,88	6357,12
Inversor	1	6065,37	6065,37
Bateries	7	54818,36	383882,07
Generador	1	4630,00	4630,00
Altres components	1	500,00	500,00
Instal·lació i transport	1	-	4470,00
		Total	451206,96

Taula 7: Resultats de VAN i temps de retorn segons la capacitat de la bateria i el cost de l'energia elèctrica.

Capacitat bateria	1 dia	2 dies	3 dies
Valor Actual Net (€)	-92095,40	-155100,87	-279691,46
Temps de retorn (anys)	-	-	-
Cost actual (€/kWh)	0,20	0,20	0,20
Cost límit (€/kWh)	0,2551	0,2927	0,3672

5.2.2. Sistema aïllat amb bateries de plom

En aquesta secció s'analitzarà la viabilitat dels mateixos sistemes plantejats a l'apartat anterior, però fent ús de bateries de plom com a emmagatzematge d'energia elèctrica. Les bateries de plom solen ser més econòmiques, però requereixen dimensionar una capacitat més gran d'emmagatzematge que les de liti, ja que solen operar amb profunditats de descàrrega molt menors, al voltant del 50 %. A més, dins de la tecnologia de bateries de plom, s'ha seleccionat la tipologia de bateries que no requereixen manteniment, les denominades VRLA, que són les sigles en anglès de *Valve Regulated Lead Acid*. Aquest tipus de bateria és hermètica, i no requereix

Taula 8: Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa elèctrica amb bateries de plom.

Component	Unitats	Cost unitari (€)	Cost total (€)
Mòduls	144	314,60	45302,40
Suports	24	264,88	6357,12
Inversor	1	6065,37	6065,37
Bateries	1	-	465276,66
Generador	1	4630,00	4630,00
Altres components	1	500,00	500,00
Instal·lació i transport	1	-	4470,00
		Total	532101,55

manteniment, a diferència de les que no són hermètiques i sí que requereixen una recàrrega d'aigua periòdica. Per poder realitzar una comparativa directa entre els dos tipus de bateries, es mantenen constants la resta de components dels sistemes: l'inversor X3-80K-9X de l'empresa SolaXpower, 144 mòduls distribuïts en 12 branques de 12 mòduls en sèrie cadascuna, i una relació de potències DC/AC d'1,17. El càlcul de capacitat de la bateria s'ha realitzat de forma anàloga a l'equació 7, però amb una profunditat de descàrrega de 0,5. Per a capacitats d'emmagatzematge d'1, 2 i 3 dies es requereixen aproximadament 500, 1000 i 1500 kWh, respectivament. A partir d'aquests resultats, és d'esperar que la part del preu total proporcional a la bateria sigui també molt gran, com en el cas de les bateries de liti.

Per la simulació al PVSYST s'han seleccionat les bateries de l'empresa Outback Power (veure fitxa tècnica a l'Annex A.8), ja que disposen de diferents capacitats de bateries hermètiques, fet que permet un dimensionament més precís. El proveïdor SunWatts [19] disposa de bateries de 113, 90, 85, 68, 43, 34, 28 i 16 kWh. Com que el preu per kWh de bateria augmenta com menys capacitat té la bateria, s'han fet combinacions a partir de les bateries amb les capacitats més grans possibles. Pel cas d'1 dia: 4 bateries de 133 kWh i 1 de 43 kWh (495 kWh en total). Pel cas de 2 dies: 9 bateries de 113 kWh (1017 kWh en total). Pel cas de 3 dies: 13 bateries de 113 kWh i 1 de 34 kWh (1503 kWh en total). La Taula 8 mostra el cost desglossat pel cas de 3 dies, a mode de comparativa amb la Taula 6.

Comparant els valors totals, tot fa pensar que en cap cas serà rendible, ja que són

Taula 9: Resultats de VAN i temps de retorn segons la capacitat de la bateria i el cost de l'energia elèctrica.

Capacitat bateria	1 dia	2 dies	3 dies
Valor Actual Net (€)	-57703,84	-201164,87	-346963,58
Temps de retorn (anys)	-	-	-
Cost actual (€/kWh)	0,20	0,20	0,20
Cost límit (€/kWh)	0,2345	0,23203	0,4079

més cares que les propostes amb bateries de liti. Tot i això, instal·lant bateries de plom, es manté sobre el 30 % la pèrdua d'electricitat per desús a la bateria en els tres casos (veure diagrama de pèrdues de la Figura 15), amb un abastiment anual del 8 % aproximadament amb el generador de suport (similar al cas del liti).

Per últim, es procedeix a l'anàlisi de viabilitat econòmica, determinant també el preu límit de l'electricitat de xarxa, en cas que el sistema no sigui rendible. La Taula 9 mostra els resultats obtinguts. Queda palès que cap dels sistemes estudiats és rendible, i que el preu límit requerit és superior als casos equivalents amb bateries de liti. També en aquest cas sense tenir en compte el sobrecost de renovar les bateries, que en el cas de les Outback Power de plom la garantia no supera els 3 anys (veure fitxa tècnica a l'Annex A.8). Per tant, en comparació amb les bateries de liti, els sistemes estudiats amb plom encara són menys rendibles.

Addicionalment s'ha simulat un sistema amb una menor quantitat de mòduls fotovoltaics, 90. Però tal com mostra la Figura 16, tot i que el percentatge d'electricitat perduda per bateria plena és molt menor, es requereix el generador de suport de forma no puntual, pràcticament un 25 % de l'any.

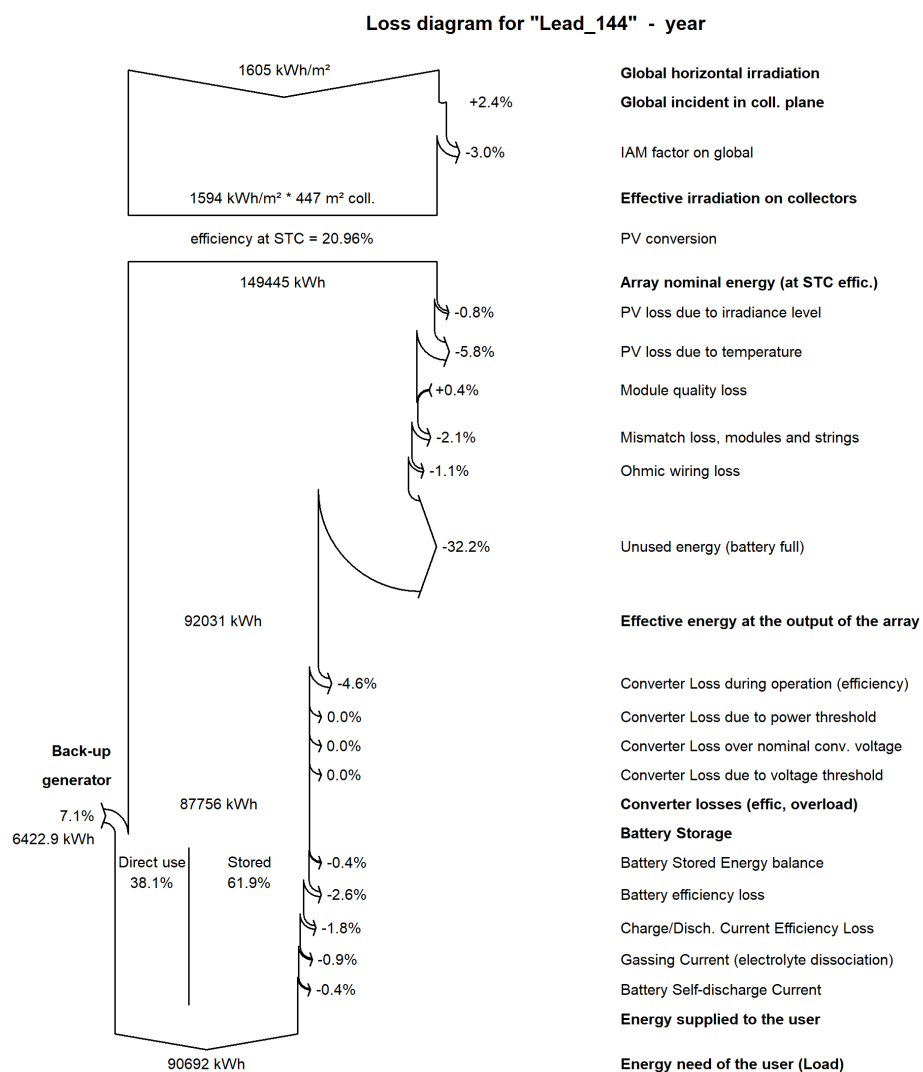


Figura 15: Diagrama de pèrdues per un sistema de 144 mòduls fotovoltaics amb bateries de plom Outback Power.

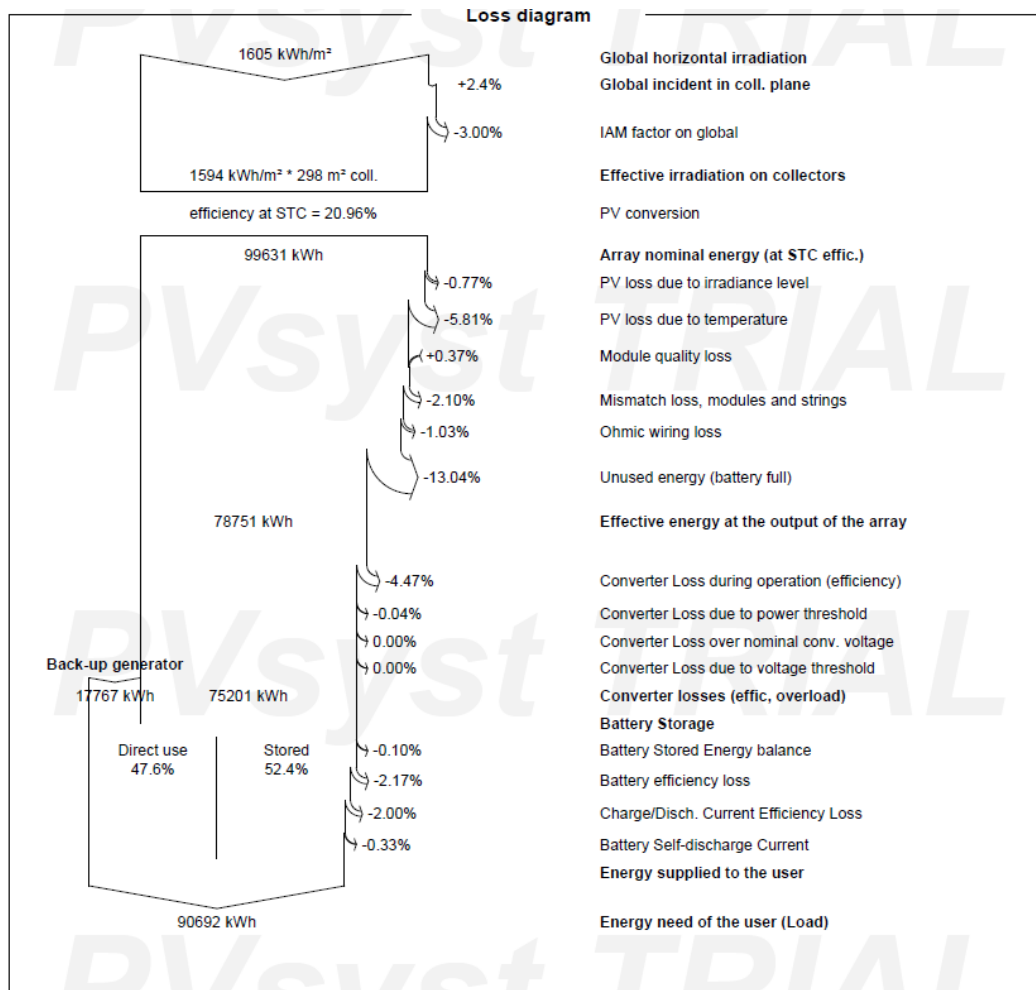


Figura 16: Diagrama de pèrdues per un sistema de 90 mòduls fotovoltaics amb bateries de liti Pylontech.

6. Conclusions

Un cop analitzades totes les simulacions de sistemes fotovoltaics realitzades amb la versió 7.2 del programa PVSYST, s'ha arribat a diverses conclusions respecte els dos escenaris plantejats: 1) sistema amb connexió a la xarxa elèctrica i 2) sistema aïllat de la xarxa elèctrica.

Respecte el primer escenari:

- El dimensionament enfocat a la compensació per excedents permet assolir un 45,00 % d'independència de la xarxa elèctrica, i per baix que sigui el preu per kWh percebut els temps de retorn de la inversió són molt baixos, arribant a ser inferiors a 3 anys amb la compensació del mes de maig de 2022. El temps de retorn depèn molt del preu percebut pels excedents, perquè en el cas estudiat oscil·la d'entre 6,5 anys (sense compensació) a 2,9 anys (amb 0,18 €/kWh de compensació).
- El dimensionament enfocat a aprofitar el màxim de l'energia generada permet assolir una independència de la xarxa elèctrica del 36,51 %, amb un abocament a la xarxa de menys de la meitat que en el cas anterior. En aquest cas es veu molt reduït el temps de retorn de la inversió sense compensació econòmica en comparació amb el cas anterior, indicant que el sistema compleix el seu objectiu. Tot i això, a mesura que augmenta el preu percebut per la compensació, aquesta proposta és menys rendible que el cas amb excedents, ja que en té els mínims possibles, però sempre mantenint un temps de retorn per sota dels 5 anys.

Respecte el segon escenari:

- El balanç entre el dimensionament del camp fotovoltaic i la capacitat d'emmagatzematge de les bateries, independentment del seu tipus és molt important.

Un sobredimensionament dels mòduls respecte les bateries malgasta el 75 % de l'energia generada, i una capacitat reduïda provoca un ús excessiu del generador de suport.

- Amb el preu de l'electricitat actual no són rendibles cap de les dues tecnologies de bateries, liti i plom. Ara bé, les bateries de liti han presentat un preu límit menor per poder ser rendibles. Tot i això, queda lluny de la realitat, ja que el sobrecost per la renovació dels bancs de bateries fa inviable la instal·lació.

L'obstacle més significatiu pel que fa a la viabilitat d'un sistema aïllat amb bateries per aquest edifici en concret és la seva demanda contínua d'electricitat. Per un perfil de consum no tant demandant durant les hores de poca o gens irradiància solar, amb els preus actuals de l'electricitat al mercat majorista, és probable que puguin arribar a ser rendibles en uns temps raonables de retorn.

Llista de Figures

1	Eficiències màximes (%) de cel·les solars de diverses tecnologies des del 1976 fins a l'actualitat (actualitzat fins a data 14 de juny del 2022) [5]	2
2	Imatge aèria de l'edifici objecte de l'estudi, obtinguda de Google Maps.	7
3	a) Fracció del plànol de la situació i emplaçament de l'edifici. b) Esquema de la secció transversal de la coberta de l'edifici.	8
4	Plànol de la planta baixa de l'edifici, amb regions marcades en color blau, verd i vermell per facilitar el càlcul de l'àrea dividint la forma irregular en polígons. . .	9
5	Representació en 3D de l'edifici objecte d'estudi, amb el dimensionament màxim dels mòduls solars seleccionats.	9
6	Perfils de consum horaris promig dels dies laborables (vermell), caps de setmana (blau) i el promig total (negre).	11
7	Perfils de consum mitjà mensual (verd), i producció mensual estimada a partir del consum total anual (vermell) i producció mensual estimada minimitzant excedents (negre).	12
8	Esquema de la instal·lació fotovoltaica connectada a la xarxa elèctrica.	15
9	Retall del diagrama de pèrdues del sistema amb excedents, obtingut amb el PVSYST.	15
10	Retall del diagrama de pèrdues del sistema amb mínims excedents, obtingut amb el PVSYST	17
11	Esquema d'una instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa elèctrica, amb bateries i un generador de suport. L'esquema s'ha obtingut del PVSYST.	19
12	Representació de l'energia generada cada mes, distribuïda segons les diferents pèrdues.	21
13	Diagrama de pèrdues per un sistema de 432 mòduls fotovoltaics amb bateries de liti Pylontech.	22

14	Diagrama de pèrdues per un sistema de 144 mòduls fotovoltaics amb bateries de liti Pylontech.	23
15	Diagrama de pèrdues per un sistema de 144 mòduls fotovoltaics amb bateries de plom Outback Power.	27
16	Diagrama de pèrdues per un sistema de 90 mòduls fotovoltaics amb bateries de liti Pylontech.	28
17	Horari dels diferents períodes de potència contractada segons el mes de l'any, aplicable a la Península Ibèrica.	36
18	Representació de la potència màxima horària segons el mes de l'any 2021. En vermell, groc i verd s'indiquen les franges horàries corresponents al període més car, mitjà i barat, respectivament. Les línies horitzontals corresponen als valors de potència contractada segons els diferents períodes.	37
19	Optimització del P6 a partir de les dades del 2021. Es veu que passa de 50 kW a 31 kW, tal com s'havia proposat, i l'estalvi arrodonit és de 50 €anuals (en groc). La resta de valors tenen en compte les penalitzacions, així que no s'han de tenir en compte amb total certesa.	38

Llista de Taules

1	Dades del consum mensual en kWh del 2021 (el valor del desembre és del 2020, per manca de dades), i la facturació mensual. També es mostra la relació €/kWh de tot l'any.	13
2	Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica amb excedents. . .	16
3	Taula de valors comparativa entre Valor Actual Net (VAN) i el temps de retorn segons tres preus de compensació percebuts.	16
4	Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica amb mínims excedents. . .	18
5	Taula de valors comparativa entre Valor Actual Net (VAN) i el temps de retorn segons tres preus de compensació percebuts amb el sistema amb mínims excedents. . .	18
6	Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa elèctrica amb bateries de liti.	24
7	Resultats de VAN i temps de retorn segons la capacitat de la bateria i el cost de l'energia elèctrica.	24
8	Cost desglossat per components de la instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa elèctrica amb bateries de plom.	25
9	Resultats de VAN i temps de retorn segons la capacitat de la bateria i el cost de l'energia elèctrica.	26

Bibliografia

- [1] IEA. Global energy review 2019 (2020).
- [2] Darling, S. B. & You, F. The case for organic photovoltaics. *RSC Advances* **3**, 17633 (2013).
- [3] Shockley, W. & Queisser, H. J. Detailed balance limit of efficiency of p-n junction solar cells. *Journal of Applied Physics* **32**, 510–519 (1961).
- [4] Alharbi, F. H. & Kais, S. Theoretical limits of photovoltaics efficiency and possible improvements by intuitive approaches learned from photosynthesis and quantum coherence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **43**, 1073–1089 (2015).
- [5] NREL. Best research-cell efficiencies (2021).
- [6] Technology, S. S. Sunny design. URL <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/>.
- [7] SA, P. Pvsyst photovoltaic software. URL <https://www.pvsyst.com/>.
- [8] PVSYST SA. *PVSYST 7 Grid Connected* (2020). URL <https://www.pvsyst.com/wp-content/pdf-tutorials/pvsyst-tutorial-v7-grid-connected-en.pdf>.
- [9] PVSYST SA. *PVSYST Stand Alone* (2020). URL <https://www.pvsyst.com/wp-content/pdf-tutorials/pvsyst-tutorial-v7-standalone-en.pdf>.
- [10] de l'Energia, I. C. Eina d'optimització de la potència contractada. URL <https://icaen.gencat.cat/ca/energia/auditories-energetiques/eina-doptimitzacio-de-la-potencia-contractada>.
- [11] Comission, E. Photovoltaic geographical information system. URL https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/.

- [12] SUN, T. Techno sun distribuidor mayorista. URL <https://www.technosun.com/es/>.
- [13] Store, E.-S. Europe solar store. the future energy for life. URL <https://www.europe-solarstore.com/>.
- [14] Habitissimo. Hacer mantenimiento placas solares en barcelona. precio y presupuestos. URL <https://www.habitissimo.es/presupuestos/hacer-mantenimiento-placas-solares/barcelona>.
- [15] Mani, M. & Pillai, R. Impact of dust on solar photovoltaic (PV) performance: Research status, challenges and recommendations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **14**, 3124–3131 (2010).
- [16] de España, B. *INFORME TRIMESTRAL DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA* (Boletín económico, 2012).
- [17] de información del operador del sistema. Red Eléctrica España, S. Precio de la energía excedentaria del autoconsumo para el mecanismo de compensación simplificada (pvpc). URL https://www.esios.ree.es/es/analisis/1739?vis=1&start_date=14-06-2022T00%3A00&end_date=14-06-2022T23%3A00&compare_start_date=13-06-2022T00%3A00&groupby=hour&compare_indicators=1013,1014,1015.
- [18] Corcobado Díad, T. & Carmona Rubio, G. *Componentes de una instalación solar fotovoltaica* (McGraw-Hill, 2010).
- [19] SunWatts. Sunwatts. solar kits, solar panels, home storage batteries). URL <https://sunwatts.com/>.

Annexos

A.1 Estudi de potència contractada i proposta de canvi

La tarifa 3.0 TD consta de 6 períodes de potència, on cada potència contractada ha de ser igual o superior al període anterior (del P1 al P6). Durant el dia hi ha 3 franges diferents, que corresponen a les combinacions de 3 períodes, que varien segons el mes de l'any, tal com es mostra a la Figura 17.

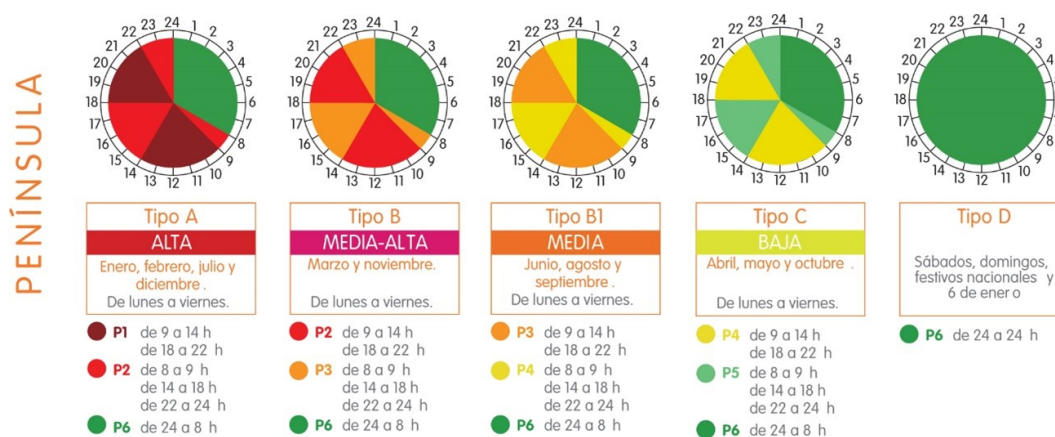


Figura 17: Horari dels diferents períodes de potència contractada segons el mes de l'any, aplicable a la Península Ibèrica.

El preu per kW dels períodes és descendent, sent el color vermell fosc (P1) el més car, i el color verd (P6) el més barat. La potència contractada és de 28 kW pel P1, 31 kW pel P2, P3, P4 i P5, i de 50 kW pel P6.

A partir de les dades de consum i les factures, s'han extret els valors de potència màxima demandada durant el període 6: 25 kW (2017), 25 kW (2018), 20 kW (2019), 24 kW (2020) i 24 kW (2021). S'han tingut en compte els dies laborables i també els festius en aquest recompte.

A més, la Figura 18 mostra la demanda de potència màxima de l'any 2021, amb franges de color corresponents als diferents períodes de potència (que varien segons

el mes), amb línies horitzontals corresponents als valors de potències contractades. Com es pot veure, la línia corresponent al P6 (en negre), està molt sobredimensionada, a diferència de la resta de períodes, que el valor contractat està molt més ajustat al valor demandat. Com s'ha mencionat abans, s'ha tingut en compte també la potència màxima dels caps de setmana a l'hora de determinar la potència màxima, així que mai s'han sobrepassat els 25 kW durant les hores de P6. Per aquest motiu es recomana modificar la potència corresponent a aquest període i igualar-la als 31 kW del P5. Cal destacar que els excessos de potència que apareixen a la Figura 17, no apareixen reflectits a les factures. La petita incoherència entre les lectures dels comptadors i els valors facturats fa difícil el redimensionament precís dels períodes de l'1 al 5. Amb només la modificació del període 6 de 50 kW a 31 kW, es passarà de pagar 131,85 € anuals a 81,75 € euros anuals, un estalvi de 50,10 € pel que fa a facturació del P6 al cap de l'any, tal com es veu a la Figura 19.

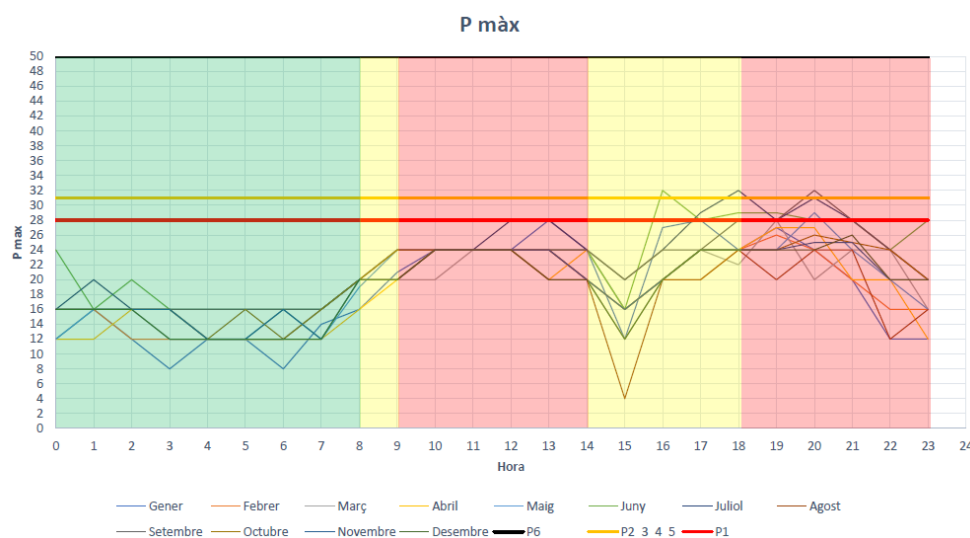


Figura 18: Representació de la potència màxima horària segons el mes de l'any 2021. En vermell, groc i verd s'indiquen les franges horàries corresponents al període més car, mitjà i barat, respectivament. Les línies horitzontals corresponen als valors de potència contractada segons els diferents períodes.

Amb valors més precisos del comptador, es podria tenir en compte la possibilitat de modificar els períodes de l'1 al 5, i valorar la viabilitat de reduir-ne la potència i tenir un estalvi anual pel que fa a la facturació de potència que superi les possibles penalitzacions per excés de potència, sempre i quan siguin aïllades i no recurrents. Les taules 2 i 3 mostren els càlculs realitzats amb el document de lliure accés de la

Generalitat de Catalunya i l'ICAEN, per optimitzacions de potència. Es pot veure com corroboren la proposta feta pel P6 en cas de només modificar aquest període. Els canvis en els altres períodes els fan perquè els excedents de les lectures mostrats a la Figura 17 generen penalitzacions, Per aquest motiu es recomana cautela si es vol seguir la taula de càlcul de l'ICAEN pel que fa a les penalitzacions aplicables.

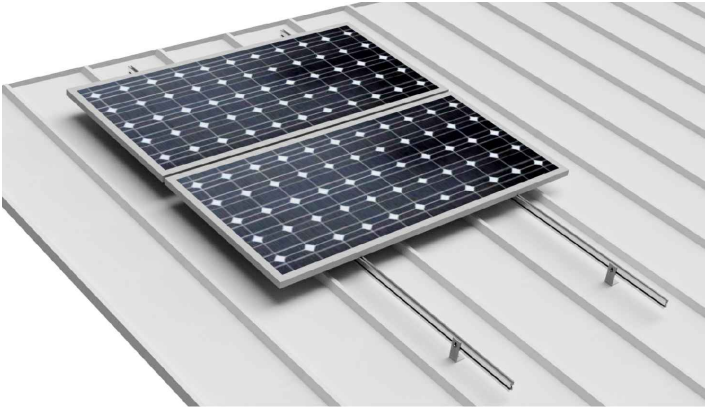
TARIFA D'ACCÉS		3.0 TD									
		tipus 4 i 5									
		1	2	3	4	5	6				
		1,406400									
Tipus de comptador											
Període tarifari											
Preu de l'excés de potència (€/kW/dia)		19,596850									
Preu potència €/kW/any		13,782035	7,005445	6,106085	4,399345	2,637125					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	Cost sense impostos	Impost elèctric	IVA	Total
Actual	Potència (kW)	28	31	31	31	31	50				
	Cost potència (€)	549	427	217	189	136	132	1.651			
	Penalització pot. (€)	349	0	84	84	0	0	518			
	TOTAL POT. (€)	897	427	302	274	136	132	2.168	111	479	2.758
Òptim	Potència (kW)	28	31	31	31	31	31				
	Cost potència (€)	549	427	217	189	136	82	1.601			
	Penalització pot. (€)	349	0	84	84	0	0	518			
	TOTAL POT. (€)	897	427	302	274	136	82	2.118	108	468	2.694
Estalvi		0	0	0	0	0	50	50	3	11	64

Figura 19: Optimització del P6 a partir de les dades del 2021. Es veu que passa de 50 kW a 31 kW, tal com s'havia proposat, i l'estalvi arrodonit és de 50 € anuals (en groc). La resta de valors tenen en compte les penalitzacions, així que no s'han de tenir en compte amb total certesa.

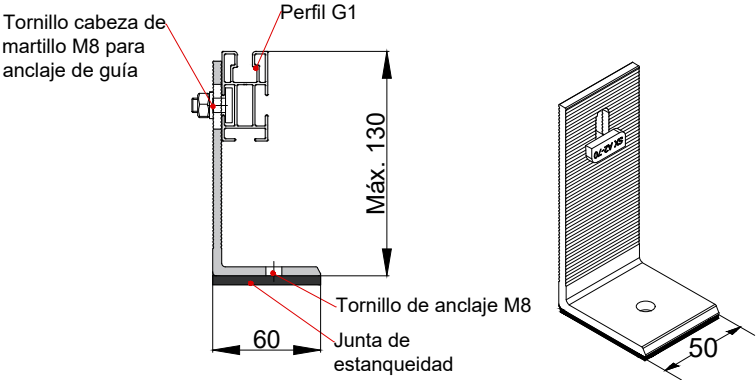
Ficha técnica

Soporte coplanar continuo fijación a correas

03V



Nota: Comprobar el nº de correas



- Soporte coplanar para anclaje a correas metálicas
- Valido para de cubiertas metálicas
- La fijación incluye junta de estanqueidad
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm
- No recomendado para viguetas de hormigón pretensado.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

Viento: Hasta 150 Km/h (Ver documento de velocidades del viento)

Materiales: Perfilaría de aluminio EN AW 6005A T6
Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.
Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Dos opciones:

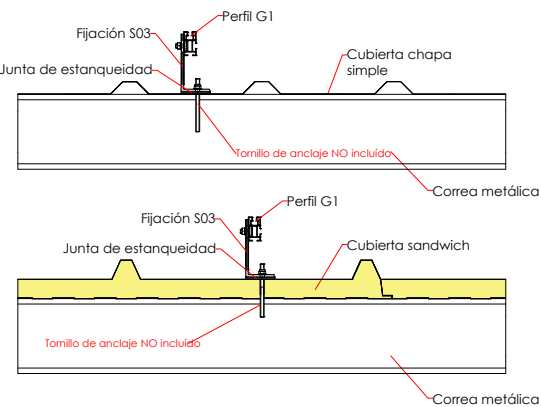
Para módulos de hasta 2279x1150 - **Sistema Kit**

2279x1150 **Kit** (Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - **Sistema PS**

2400x1350 **PS** (Ver página 3)

*Para anclaje, se recomienda usar un tornillo con arandela de sellado



Junta de estanqueidad

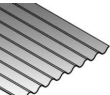
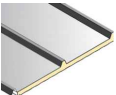
Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6.3 Hexagonal	10 Nm

Carga de nieve: 40 kg/m²

100% Reciclable

Marcado ES19/86524 CE



Anclaje a correas

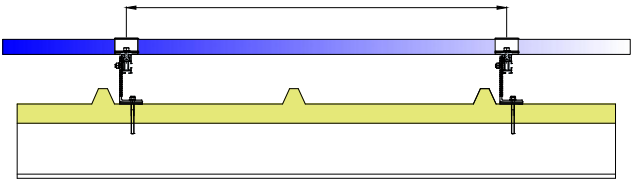
EPDM

Chapa grecada

Chapa sandwich

Chapa ondulada

Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo



Perfiles perpendiculares a la cumbrera

Herramientas necesarias:



Seguridad:





BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DE21

POWER RANGE: 645-670W

670W

MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.6%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



High power up to 670W

- Up to 21.6% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

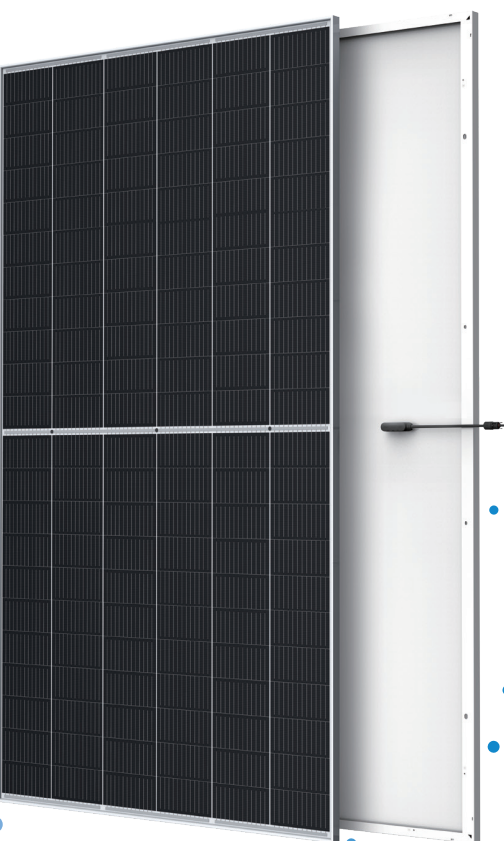
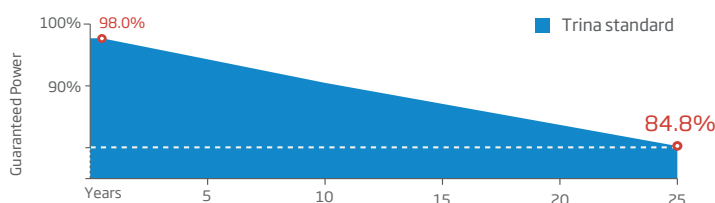
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

Trina Solar's Backsheet Performance Warranty



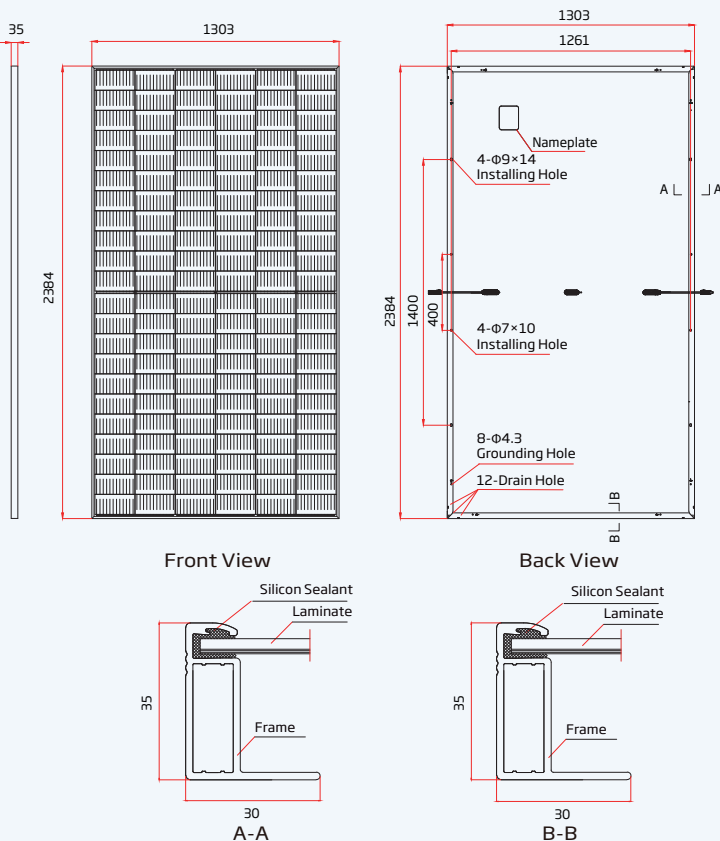
Comprehensive Products and System Certificates



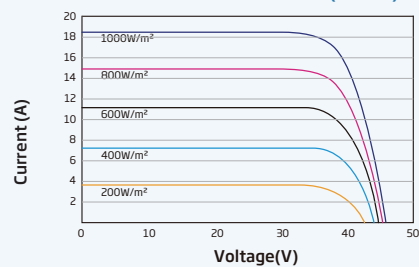
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System



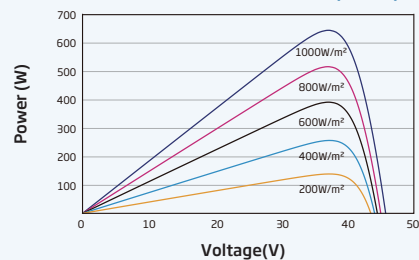
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



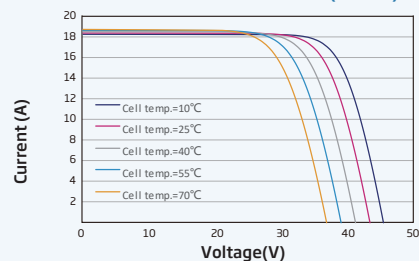
I-V CURVES OF PV MODULE(650 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(650W)



I-V CURVES OF PV MODULE(650 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P _{MAX} (Wp)*	645	650	655	660	665	670
Power Tolerance-P _{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	17.35	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	18.39	18.44	18.48	18.53	18.57	18.62
Module Efficiency η _m (%)	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P _{MAX} (Wp)	488	492	496	500	504	508
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	34.8	34.9	35.1	35.3	35.4	35.6
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	14.05	14.09	14.13	14.17	14.22	14.26
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	14.82	14.86	14.89	14.93	14.96	15.01

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×35 mm (93.86×51.30×1.38 inches)
Weight	33.6 kg (74.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT(Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	30A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 558 pieces

MT Series Datasheet



Technical Data

GW50KN-MT GW60KN-MT GW50KBF-MT GW60KBF-MT GW75KBF-MT GW80KBF-MT

DC Input Data

Max. PV Power (W)	65000	80000	65000	80000	97500	104000
Max. DC Input Voltage (V)	1100	1100	1100	1100	1100	1100
MPPT Range (V)	200~1000	200~1000	200~1000	200~1000	200~1000	200~1000
Starting Voltage (V)	200	200	200	200	200	200
Min. Feed-in Voltage (V)	210	210	210	210	210	210
Nominal DC Input Voltage (V)	620	620	620	620	750	800
Max. Input Current per MPPT (A)	33/33/22/22	33	30	44	44	39
Max. Short Circuit Current per MPPT (A)	41.5/41.5/27.5/27.5	41.5	37.5	55	55	54.8
No. of MPP Trackers	4	4	4	4	4	4
No. of Input Strings per Tracker	3/3/2/2	3	2	3	3	3

AC Output Data

Nominal Output Power (W)	50000	60000	50000	60000	75000	80000
Max. AC Active Power (cosφ=1)	55000;57500 @415Vac*1	66000;69000 @415Vac*1	55000;57500 @415Vac*1	66000;69000 @415Vac*1	82500*1	88000*1
Max. Output Apparent Power (VA)	55000;57500 @415Vac*2	66000;69000 @415Vac*2	55000;57500 @415Vac*2	66000;69000 @415Vac*2	82500*2	88000*2
Nominal Output Voltage (V)	400, default 3L+N+PE, 3L+PE optional in settings				500, 3L/PE	540, 3L/PE
Nominal Output Frequency (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Max. Output Current (A)	80	96	80	96	95.3	94.1
Output Power Factor	~1 (Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)					
Output THDi (@Nominal Output)	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%

Efficiency

Max. Efficiency	98.7%	98.8%	98.8%	98.8%	99.0%	99.0%
European Efficiency	98.3%	98.5%	98.3%	98.3%	98.4%	98.4%

Protection

PV String Current Monitoring	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Anti-Islanding Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Input Reverse Polarity Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Insulation monitoring	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
DC fuse	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Anti-PID Function for Module	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
DC Surge Arrester	Integrated (Type II)					
AC Surge Arrester	Integrated (Type II)					
Residual Current Monitoring Unit	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
AC Over Current Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
AC Short Circuit Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
AC Over Voltage Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Humidity Monitoring	-	-	-	NA	NA	NA

General Data

Ambient Temperature Range (°C)	-30~60	-30~60	-30~60	-30~60	-30~60	-30~60
Relative Humidity	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%
Operating Altitude (m)	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000
Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling
Display	LCD or WiFi+APP			LED, WiFi+APP		
Communication	RS485 or WiFi or PLC					
Weight (kg)	59	64	60	65	65	65
Dimension (Width*Height*Depth mm)	586*788*264	586*788*264	586*788*264	586*788*267	586*788*267	586*788*267
Protection Degree	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65
Night Self Consumption (W)	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Topology	Transformerless					

*1: For Belgium Max. Output Power (W): GW50KN-MT is 50000; GW60KN-MT is 60000; GW50KBF-MT is 50000; GW60KBF-MT is 60000; GW75KBF-MT is 75000; GW80KBF-MT is 80000.

*2: For Belgium Max. Output Apparent Power (VA): GW50KN-MT is 50000; GW60KN-MT is 60000; GW50KBF-MT is 50000; GW60KBF-MT is 60000; GW75KBF-MT is 75000; GW80KBF-MT is 80000.

*: Please visit GoodWe website for the latest certificates.

MT Series Datasheet



Technical Data	GW70KMV-MT	GW70KHV-MT	GW80KHV-MT	GW75K-MT	GW80K-MT
DC Input Data					
Max. PV Power (W)	95000	91000	120000	112500	120000
Max. DC Input Voltage (V)	1100	1100	1100	1100	1100
MPPT Range (V)	200~1000	200~1000	200~1000	200~1000	200~1000
Starting Voltage (V)	200	200	200	200	200
Min. Feed-in Voltage (V)	-	210	210	210	210
Nominal DC Input Voltage (V)	720	750	800	600	620
Max. Input Current per MPPT (A)	39	33	44	44	44
Max. Short Circuit Current per MPPT (A)	55	41.5	55	55	55
No. of MPP Trackers	4	4	4	4	4
No. of Input Strings per Tracker	3	3	3	4 (Standard) 3 (Optional, Support bifacial module)	
AC Output Data					
Nominal Output Power (W)	70000	70000	80000	75000	80000
Max. AC Active Power (cosφ=1)	77000	77000*1	88000*1	75000	88000*1
Max. Output Apparent Power (VA)	77000	77000*2	88000*2	75000	88000*2
Nominal Output Voltage (V)	480, 3L/PE	500, 3L/PE	540, 3L/PE	380/415	400, default 3L +N+PE, 3L+PE optional in settings
Nominal Output Frequency (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Max. Output Current (A)	92.6	89	94.1	133	133
Output Power Factor	~1 (Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)				
Output THDi (@Nominal Output)	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
Efficiency					
Max. Efficiency	99.0%	99.0%	99.0%	98.8%	98.8%
European Efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.3%	98.3%
Protection					
PV String Current Monitoring	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Anti-Islanding Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Input Reverse Polarity Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Insulation monitoring	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
DC fuse	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Anti-PID Function for Module	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
DC Surge Arrester	Integrated (Type II)				
AC Surge Arrester	Integrated (Type II)				
Residual Current Monitoring Unit	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
AC Over Current Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
AC Short Circuit Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
AC Over Voltage Protection	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
Humidity Monitoring	-	NA	NA	Integrated	Integrated
General Data					
Ambient Temperature Range (°C)	-30~60	-30~60	-30~60	-30~60	-30~60
Relative Humidity	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%	0~100%
Operating Altitude (m)	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000	≤4000
Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling
Display	LED, WiFi+APP	LCD or WIFI+APP	LED, WIFI+APP	LED, WIFI+APP	LED, WiFi+APP
Communication	RS485 or WiFi	RS485 or WIFI or PLC		RS485 & WiFi, PLC (Optional)	RS485 & WiFi, PLC (Optional)
Weight (kg)	65	60	65	70	70
Dimension (Width*Height*Depth mm)	586*788*267	586*788*264	586*788*264	586*788*267	586*788*267
Protection Degree	IP65	IP65	IP65	IP65	IP65
Night Self Consumption (W)	<1	<1	<1	<1	<1
Topology	Transformerless				

*¹: For Belgium Max. Output Power (W): GW70KHV-MT is 70000; GW80KHV-MT is 80000; GW80K-MT is 80000.

*²: For Belgium Max. Output Apparent Power (VA): GW70KHV-MT is 70000; GW80KHV-MT is 80000; GW80K-MT is 80000.

*: Please visit GoodWe website for the latest certificates.

SMT Series Datasheet



Technical Data	GW25K-MT	GW30K-MT	GW36K-MT
PV String Input Data			
Max. DC Input Power (Wp)	32500	39000	42900
Max. DC Input Voltage (V)	1100	1100	1100
MPPT Range (V)	200~950	200~950	200~950
Start-up Voltage (V)	180	180	180
Nominal DC Input Voltage (V)	600	600	600
Max. Input Current (A)	25/25/25	25/25/25	25/25/25
Max. Short Current (A)	31.3/31.3/31.3	31.3/31.3/31.3	31.3/31.3/31.3
No. of MPP Trackers	3	3	3
No. of Input Strings per Tracker	2/2/2	2/2/2	2/2/2
AC Output Data			
Nominal Output Power (W)	25000	30000	36000* ¹
Max. Output Power (W)	27500* ²	33000* ²	36000* ²
Max. Output Apparent Power (VA)	27500* ³	33000* ³	36000* ³
Nominal Output Voltage (V)	400, 3L/N/PE or 3L/PE		
Nominal Output Frequency (Hz)	50/60	50/60	50/60
Max. Output Current (A)	40	48	53.3
Output Power Factor	~1 (Adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)		
Output THDi (@Nominal Output)	<3%	<3%	<3%
Efficiency			
Max. Efficiency	98.7%	98.8%	98.8%
European Efficiency	>98.4%	>98.5%	>98.5%
Protection			
Anti-islanding Protection	Integrated	Integrated	Integrated
Input Reverse Polarity Protection	Integrated	Integrated	Integrated
PV String Current Monitoring	Integrated	Integrated	Integrated
Anti-PID Function for Module	Optional	Optional	Optional
Insulation Resistor Detection	Integrated	Integrated	Integrated
DC Surge Protection	Type III (Type II optional)		
AC Surge Protection	Type III (Type II optional)		
Residual Current Monitoring Unit	Integrated	Integrated	Integrated
Output Over Current Protection	Integrated	Integrated	Integrated
Output Short Protection	Integrated	Integrated	Integrated
Output Over Voltage Protection	Integrated	Integrated	Integrated
AFCI	Optional	Optional	Optional
Terminal Temperature Detection	Optional	Optional	Optional
General Data			
Operating Temperature Range (°C)	-30~60	-30~60	-30~60
Relative Humidity	0~100%	0~100%	0~100%
Operating Altitude (m)	≤3000	≤3000	≤3000
Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling	Fan Cooling
User Interface	LCD & LED or APP & LED		
Communication	RS485 or WiFi or GPRS or PLC		
Weight (kg)	40	40	40
Size (Width*Height*Depth mm)	480*590*200	480*590*200	480*590*200
Protection Degree	IP65	IP65	IP65
Night Self Consumption (W)	<1	<1	<1
Topology	Transformerless		

*¹: 33kW for Italy, 36kW for other countries.

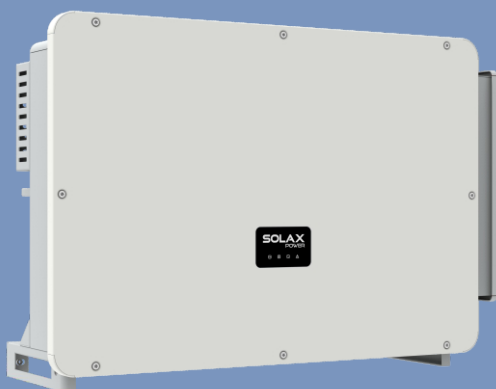
*²: For Belgium Max. Output Power (W): GW25K-MT is 25000; GW30K-MT is 30000; GW36K-MT is 36000.

*³: For Belgium Max. Output Apparent Power (VA): GW25K-MT is 25000; GW30K-MT is 30000; GW36K-MT is 36000.

*: Please visit GoodWe website for the latest certificates.

NEW FROM SOLAX

X3-FORTH



X3-FORTH

80kW/100kW/110kW
120kW/136kW/150kW

Features

More energy harvest

- Maximum efficiency 99%
- 180~1000Vdc MPPT voltage range
- Maximum 12 MPPTs, 2 strings per MPP tracker
- 150% PV oversizing input, 110% overloading output
- 32A Maximum MPPT current, 16A Maximum string current

Safety & Reliability

- IP66 protection level
- AFCI protection (optional)
- AC terminal temperature detection
- Both AC & DC SPDs (Type II) inside, TYPE I SPD is optional

Intelligence for easy maintenance and economy

- Built-in export power control
- Remote setting and upgrading
- 24 hours operation monitoring
- Smart I-V Curve Diagnosis supported
- SVG functional supported (optional)
- Aluminium AC cable connection available
- Power line communication (PLC) (optional)
- Fuse free design with smart string current monitoring
- Smart air cooling technique result in long lifetime of fans
- Advanced technology makes the heat dissipation system 10% lighter and smaller

info@solaxpower.com
service@solaxpower.com



Contact Us for More Informations

www.solaxpower.com

AU: +61 1300 476529

DE: +49 6142 4091664

Global: +86 571-56260008

UK: +44 2476 586998

NL: +31 (0) 852 737932



X3-FORTH (THREE PHASE)

X: Without LCD L: With LCD

X3-80K-9X	X3-100K-9X	X3-110K-9X	X3-120K-12X	X3-136K-MV-12X	X3-150K-MV-12X
X3-80K-9L	X3-100K-9L	X3-110K-9L	X3-120K-12L	X3-136K-MV-12L	X3-150K-MV-12L

DC INPUT						
Max. PV array input power [kWp]	120	150	165	180	204	225
Max. PV input voltage [V]	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Startup voltage [V]	200	200	200	200	200	200
Nominal input voltage [V]	580/600	580/600	580/600	580/600	730/785	730/785
MPP tracker voltage range [V]	180~1000	180~1000	180~1000	180~1000	180~1000	180~1000
No. of MPP trackers	9	9	9	12	12	12
Strings per MPP tracker	2	2	2	2	2	2
Max. input current per MPPT[A]	32	32	32	32	32	32
Max. short circuit current per MPPT[A]	46	46	46	46	46	46
AC OUTPUT						
Nominal AC output power [kW]	80	100	110	120	136	150
Nominal AC output current [A]	121.3/116	151.6/145	166.7/159.5	181.9/174	157.1/145.4	173.2/160.4
Max. AC output apparent power [kVA]	88	110	121	132	149.6	165
Max. AC output current [A]	133.4/127.6	166.7/159.5	183.4/175.4	200/191.3	172.8/160	190.6/176.5
Nominal AC voltage[V]	3 × 220 /380 , 3 × 230/400, 3W+(N)+PE				500/540,3P3W+PE	500/540,3P3W+PE
Nominal grid frequency [Hz]	50 (±5)					
Displacement power factor	0.8 leading-0.8 lagging					
THDi (rated power) [%]	<3					
SYSTEM DATA						
MPPT efficiency [%]	99.9					
Max. efficiency [%]	98.6	98.6	98.6	98.6	99.0	99.0
Ingress protection	IP66					
Operating temperature range [°C]	-25~+60 (derating at 45)					
Max. operation altitude [m]	4000(Derating above 3000)					
Humidity [%]	0~100					
Dimensions[WxHxD] [mm]	985*660*327.5					
Weight [kg]	77	77	77	83.3	83.3	83.3
Cooling concept	Smart fan cooling					
Communication interfaces	RS485 / Pocket Wi-Fi/ Pocket 4G(Optional) / Bluetooth/ USB					
PROTECTION						
Over/under voltage protection	YES					
DC isolation protection	YES					
Grid monitoring	YES					
DC injection monitoring	YES					
Residual current detection	YES					
Anti-islanding protection	YES					
String fault detection	YES					
SPD	Type II					
ARC	OPT					
STANDARD						
Safety	IEC/EN 62109-1/-2, NB/T 32004-2018 (China)					
EMC	IEC/EN 61000-6-2, IEC/EN 61000-6-4, NB/T 32004-2018 (China)					
Certification	NB/T 32004-2018 (China), EN 50549, AS4777, VDE4105, IEC 61727, IEC 62116, IEC 61683, IEC 60068, EN 50530					

*Can be modified without notice.(V2)

GENERAC®

GUARDIAN® SERIES Residential Standby Generators Air-Cooled Gas Engine

10/14/18 kW

INCLUDES:

- True Power™ Electrical Technology
- Two-line multilingual digital LCD Evolution™ controller (English/Spanish/French/Portuguese)
- Two transfer switch options available:
100 amp 16 circuit switch or
200 amp service rated smart switch
- Electronic governor
- Standard Wi-Fi® connectivity
- System status & maintenance interval LED indicators
- Sound attenuated enclosure
- Flexible fuel line connector
- Natural gas or LP gas operation
- 5 Year limited warranty
- Listed and labeled by the Southwest Research Institute allowing installation as close as 18 in (457 mm) to a structure.*

*Must be located away from doors, windows, and fresh air intakes and in accordance with local codes.

https://assets.swri.org/library/DirectoryOfListedProducts/ConstructionIndustry/973_DoC_204_13204-01-01_Rev9.pdf

Standby Power Rating

G007171-0, G007172-0 (Aluminum - Bisque) – 10 kW 60 Hz
G007223-0, G007224-0, G007225-0 (Aluminum - Bisque) – 14 kW 60 Hz
G007226-0, G007228-0 (Aluminum - Bisque) – 18 kW 60 Hz



or C **UL** US
LISTED

QUIET-TEST™



Note: CETL or CUL certification only applies to unbundled units and units packaged with limited circuit switches. Units packaged with the Smart Switch are ETL or UL certified in the USA only.

FEATURES

- **INNOVATIVE ENGINE DESIGN & RIGOROUS TESTING** are at the heart of Generac's success in providing the most reliable generators possible. Generac's G-Force engine lineup offers added peace of mind and reliability for when you need it the most. The G-Force series engines are purpose built and designed to handle the rigors of extended run times in high temperatures and extreme operating conditions.
- **TRUE POWER™ ELECTRICAL TECHNOLOGY:** Superior harmonics and sine wave form produce less than 5% Total Harmonic Distortion for utility quality power. This allows confident operation of sensitive electronic equipment and micro-chip based appliances, such as variable speed HVAC systems.
- **TEST CRITERIA:**
 - ✓ **PROTOTYPE TESTED**
 - ✓ **SYSTEM TORSIONAL TESTED**
 - ✓ **NEMA MG1-22 EVALUATION**
 - ✓ **MOTOR STARTING ABILITY**
- **MOBILE LINK® WI-FI CONNECTIVITY:** FREE with select Guardian Series home standby generators, Mobile Link Wi-Fi allows users to monitor the status of the generator from anywhere in the world using a smartphone, tablet, or PC. Easily access information such as the current operating status and maintenance alerts. Users can connect an account to an authorized service dealer for fast, friendly, and proactive service. With Mobile Link, users are taken care of before the next power outage.
- **SOLID-STATE, FREQUENCY COMPENSATED VOLTAGE REGULATION:** This state-of-the-art power maximizing regulation system is standard on all Generac models. It provides optimized FAST RESPONSE to changing load conditions and MAXIMUM MOTOR STARTING CAPABILITY by electronically torque-matching the surge loads to the engine. Digital voltage regulation at $\pm 1\%$.
- **SINGLE SOURCE SERVICE RESPONSE** from Generac's extensive dealer network provides parts and service know-how for the entire unit, from the engine to the smallest electronic component.
- **GENERAC TRANSFER SWITCHES:** Long life and reliability are synonymous with GENERAC POWER SYSTEMS. One reason for this confidence is the GENERAC product line is offered with its own transfer systems and controls for total system compatibility.

THE | GENERAC
PROMISE



*Assembled in the USA using domestic and foreign parts.

10/14/18 kW

Features and Benefits

Engine

- Generac G-Force design
- “Spiny-lok” cast iron cylinder walls
- Electronic ignition/spark advance
- Full pressure lubrication system
- Low oil pressure shutdown system
- High temperature shutdown

Maximizes engine “breathing” for increased fuel efficiency. Plateau honed cylinder walls and plasma moly rings help the engine run cooler, reducing oil consumption and resulting in longer engine life.

Rigid construction and added durability provide long engine life.

These features combine to assure smooth, quick starting every time.

Pressurized lubrication to all vital bearings means better performance, less maintenance, and longer engine life. Now featuring up to a 2 year/200 hour oil change interval.

Shutdown protection prevents catastrophic engine damage due to low oil.

Prevents damage due to overheating.

Generator

- Revolving field
- Skewed stator
- Displaced phase excitation
- Automatic voltage regulation
- UL 2200 listed

Allows for a smaller, light weight unit that operates 25% more efficiently than a revolving armature generator.

Produces a smooth output waveform for compatibility with electronic equipment.

Maximizes motor starting capability.

Regulating output voltage to $\pm 1\%$ prevents damaging voltage spikes.

For your safety.

Transfer Switch (if applicable)

- Fully automatic
- NEMA 3R
- Remote mounting

Transfers vital electrical loads to the energized source of power.

Can be installed inside or outside for maximum flexibility.

Mounts near an existing distribution panel for simple, low-cost installation.

Evolution™ Controls

- AUTO/MANUAL/OFF illuminated buttons
- Two-line multilingual LCD
- Sealed, raised buttons
- Utility voltage sensing
- Generator voltage sensing
- Utility interrupt delay
- Engine warm-up
- Engine cool-down
- Programmable exercise
- Smart battery charger
- Main line circuit breaker
- Electronic governor

Select the operating mode and provide easy, at-a-glance status indication in any condition.

Provides homeowners easily visible logs of history, maintenance, and events up to 50 occurrences.

Smooth, weather-resistant user interface for programming and operations.

Constantly monitors utility voltage, setpoints 65% dropout, 80% pick-up, of standard voltage.

Constantly monitors generator voltage to verify the cleanest power is delivered to the home.

Prevents nuisance startups of the engine, adjustable 2–1500 seconds from the factory default setting of 5 seconds by a qualified dealer.

Verifies engine is ready to assume the load. Setpoint approximately 5 seconds.

Allows engine to cool prior to shutdown. Setpoint approximately 1 minute.

Operates engine to prevent oil seal drying and damage between power outages by running the generator for 5 minutes every other week. Offers a selectable setting for weekly or monthly operation, providing flexibility and potentially lower fuel costs to the owner.

Delivers charge to the battery only when needed at varying rates depending on outdoor air temperature. Compatible with lead acid and AGM-style batteries.

Protects generator from overload.

Maintains constant 60 Hz frequency.

Unit

- SAE weather protective enclosure
- Enclosed critical grade muffler
- Small, compact, attractive

Sound attenuated enclosures ensure quiet operation and protection against mother nature, withstanding winds up to 150 mph (241 km/h). Hinged key locking roof panel for security. Lift-out front for easy access to all routine maintenance items. Electrostatically applied textured epoxy paint for added durability.

Quiet, critical grade muffler is mounted inside the unit to prevent injuries.

Makes for an easy, eye appealing installation, as close as 18 in (457 mm) away from a structure.

10/14/18 kW

Features and Benefits

Installation System

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 14 in (35.6 cm) flexible fuel line connector | Listed ANSI Z21.75/CSA 6.27 outdoor appliance connector for the required connection to the gas supply piping. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Integral sediment trap | Meets IFGC and NFPA 54 installation requirements. |

Connectivity

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Ability to view generator status | Monitor your generator with a smartphone, tablet, or computer at any time via the Mobile Link application for complete peace of mind. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Ability to view generator Exercise/Run and Total Hours | Review the generator's complete protection profile for exercise hours and total hours. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Ability to view generator maintenance information | Provides maintenance information for your specific model generator when scheduled maintenance is due. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Monthly report with previous month's activity | Detailed monthly reports provide historical generator information. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Ability to view generator battery information | Built in battery diagnostics displaying current state of the battery. |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Weather information | Provides detailed local ambient weather conditions for generator location. |

10/14/18 kW

Specifications

Generator

Model	G007171-0, G007172-0 (10 kW)	G007223-0, G007224-0, G007225-0 (14 kW)	G007226-0, G007228-0 (18 kW)
Rated maximum continuous power capacity (LP)	10,000 Watts*	14,000 Watts*	18,000 Watts*
Rated maximum continuous power capacity (NG)	9,000 Watts*	14,000 Watts*	17,000 Watts*
Rated voltage	240		
Rated maximum continuous load current – 240 volts (LP/NG)	41.7 / 37.5	58.3 / 58.3	75.0 / 70.8
Total Harmonic Distortion	Less than 5%		
Main line circuit breaker	45 Amp	60 Amp	80 Amp
Phase	1		
Number of rotor poles	2		
Rated AC frequency	60 Hz		
Power factor	1.0		
Battery requirement (not included)	12 Volts, Group 26R 540 CCA Minimum or Group 35AGM 650 CCA Minimum		
Unit weight (lb/kg)	338/153	385/175	420/191
Dimensions (L x W x H) in / cm	48 x 25 x 29 / 121.9 x 63.5 x 73.7		
Sound output in dB(A) at 23 ft (7 m) with generator operating at normal load**	61	65	65
Sound output in dB(A) at 23 ft (7 m) with generator in Quiet-Test™ low-speed exercise mode**	57	55	55
Exercise duration	5 min		

Engine

Engine type	GENERAC G-Force 400 Series	GENERAC G-Force 800 Series
Number of cylinders	1	2
Displacement	460 cc	816 cc
Cylinder block	Aluminum w/ cast iron sleeve	
Valve arrangement	Overhead valve	
Lifter type	Solid	Hydraulic
Ignition system	Solid-state w/ magneto	
Governor system	Electronic	
Compression ratio	9.5:1	
Starter	12 VDC	
Oil capacity including filter	Approx. 1.1 qt / 1.0 L	Approx. 2.2 qt / 2.1 L
Operating rpm	3,600	
Fuel consumption		
Natural Gas	ft ³ /hr (m ³ /hr)	
	1/2 Load	101 (2.86)
	Full Load	127 (3.60)
Liquid Propane	ft ³ /hr (gal/hr) [L/hr]	
	1/2 Load	36 (0.97) [3.66]
	Full Load	54 (1.48) [5.62]
		195 (5.52)
		256 (7.25)
		65 (1.81) [6.87]
		112 (3.07) [11.61]
		169 (4.79)
		247 (6.99)
		62 (1.70) [6.45]
		110 (3.02) [11.44]

Note: **Fuel pipe must be sized for full load.** Required fuel pressure to generator fuel inlet at all load ranges - 3.5–7.0 in water column (0.87–1.74 kPa) for NG, 10–12 in water column (2.49–2.99 kPa) for LP gas. For BTU content, multiply ft³/hr x 2,500 (LP) or ft³/hr x 1,000 (NG). For Megajoule content, multiply m³/hr x 93.15 (LP) or m³/hr x 37.26 (NG).

Controls

Two-line plain text multilingual LCD	Simple user interface for ease of operation.
Mode buttons: AUTO	Automatic start on utility failure. Weekly, Bi-Weekly, or Monthly selectable exerciser.
MANUAL	Start with starter control, unit stays on. If utility fails, transfer to load takes place.
OFF	Stops unit. Power is removed. Control and charger still operate.
Ready to Run/Maintenance messages	Standard
Engine run hours indication	Standard
Programmable start delay between 2–1500 seconds	Standard (programmable by dealer only)
Utility voltage loss/Return to utility adjustable (brownout setting)	From 140-171 V / 190-216 V
Future set capable exerciser/Exercise set error warning	Standard
Run/Alarm/Maintenance logs	50 events each
Engine start sequence	Cyclic cranking: 16 sec on, 7 sec rest (90 sec maximum duration).
Starter lock-out	Starter cannot re-engage until 5 sec after engine has stopped.
Smart Battery Charger	Standard
Charger Fault/Missing AC Warning	Standard
Low Battery/Battery Problem Protection and Battery Condition Indication	Standard
Automatic Voltage Regulation with Over and Under Voltage Protection	Standard
Under-Frequency/Overload/Stepper Overcurrent Protection	Standard
Safety Fused/Fuse Problem Protection	Standard
Automatic Low Oil Pressure/High Oil Temperature Shutdown	Standard
Overcrank/Overspeed (@ 72 Hz)/rpm Sense Loss Shutdown	Standard
High Engine Temperature Shutdown	Standard
Internal Fault/Incorrect Wiring Protection	Standard
Common External Fault Capability	Standard
Field Upgradable Firmware	Standard

Rating definitions – Optional Standby: Applicable for supplying backup power for the duration of the utility power outage with correct maintenance performed. No overload capability is available for this rating. (All ratings in accordance with BS5514, ISO3046, UL2200, and DIN6271).

* Maximum kilovolt amps and current are subject to and limited by such factors as fuel BTU/Megajoule content, ambient temperature, altitude, engine power and condition, etc. Maximum power decreases approximately 3.5% for each 1,000 ft (304.8 m) above sea level and approximately 1% for each 10 °F (6 °C) above 60 °F (16 °C). **Sound levels are taken from the front of the generator. Sound levels taken from other sides of the generator may be higher depending on installation parameters.

10/14/18 kW

Switch Options

Limited Circuits Switch Features

- 16 space, 24 circuit. Breakers not included.
- Electrically operated, mechanically-held contacts for fast, positive connections.
- Rated for all classes of load, 100% equipment rated, both inductive and resistive.
- 2-pole, 250 VAC contactors.
- 30 millisecond transfer time.
- Dual coil design.
- Rated for both copper and aluminum conductors.
- Main contacts are silver plated or silver alloy to resist welding and sticking.
- NEMA/UL 3R aluminum outdoor enclosure allows for indoor or outdoor mounting flexibility.
- Multi listed for use with 1 in standard, tandem, GFCI, and AFCI breakers from Siemens, Murray, Eaton, and Square D for the most flexible and cost effective install.

Dimensions

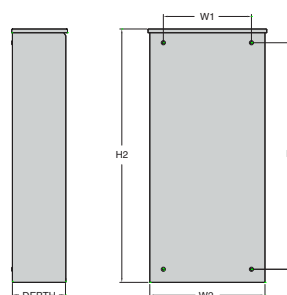
	Height		Width		Depth
	H1	H2	W1	W2	
in	26.75	30.1	10.5	13.5	6.91
cm	67.94	76.43	26.67	34.18	17.54

Wire Ranges		
Conductor Lug	Neutral Lug	Ground Lug
2/0 - #14	2/0 - #14	2/0 - #14

Model	G007172-0 (10 kW)	G007224-0 (14 kW)
No. of poles	2	
Current rating (amps)	100	
Voltage rating (VAC)	120 / 240, 1Ø	
Utility voltage monitor (fixed)*		
-Pick-up	80%	
-Dropout	65%	
Return to utility*	Approx. 15 sec	
Exercises bi-weekly for 5 minutes*	Standard	
ETL or UL Listed	Standard	
Total circuits available	24	
Tandem breaker capabilities	8 tandems	
Circuit breaker protected		
Available RMS Symmetrical	10,000	
Fault Current @ 250 Volts		

*Function of Evolution controller

Exercise can be set to weekly or monthly



Service Rated Smart Switch Features

- Includes Smart A/C Management (SACM) module standard.
- Intelligently manages up to four air conditioner loads with no additional hardware.
- Up to eight large (240 VAC) loads can be managed with Smart Management Modules (SMMs).
- Electrically operated, mechanically-held contacts for fast, clean connections.
- Rated for all classes of load, 100% equipment rated, both inductive and resistive.
- 2-pole, 250 VAC contactors.
- Service equipment rated, dual coil design.
- Rated for both aluminum and copper conductors.
- Main contacts are silver plated or silver alloy to resist welding and sticking.
- NEMA/UL 3R aluminum outdoor enclosure allows for indoor or outdoor mounting flexibility.

Dimensions

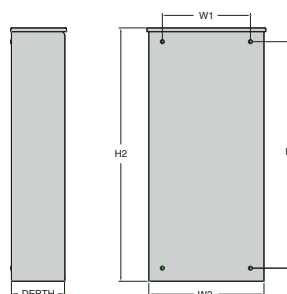
	200 Amps 120/240, 1Ø Open Transition Service Rated				
	Height		Width		Depth
	H1	H2	W1	W2	
in	26.75	30.1	10.5	13.5	6.3
cm	67.94	76.45	26.67	34.3	16.01

Wire Ranges		
Conductor Lug	Neutral Lug	Ground Lug
400 MCM - #4	350 MCM - #6	2/0 - #14

Model	G007225-0 (14 kW)	G007228-0 (18 kW)
No. of poles	2	
Current rating (amps)	200	
Voltage rating (VAC)	120/240, 1Ø	
Utility voltage monitor (fixed)*		
-Pick-up	80%	
-Dropout	65%	
Return to utility*	15 sec	
Exercises bi-weekly for 5 minutes*	Standard	
ETL or UL Listed	Standard	
Enclosure type	NEMA/UL 3R	
Circuit breaker protected	22,000	
Lug range	250 MCM - #6	

*Function of Evolution Controller

Exercise can be set to weekly or monthly



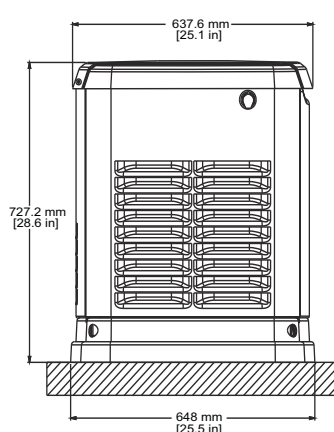
10/14/18 kW

Available Accessories

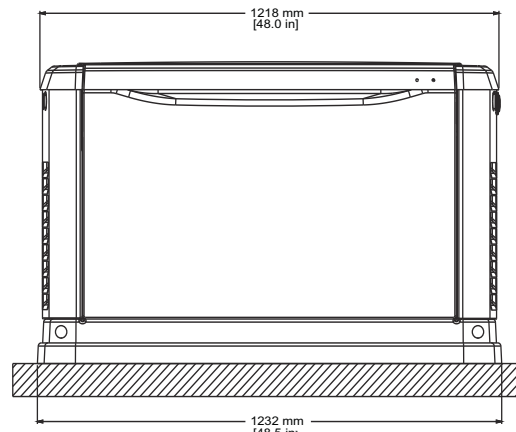
Model #	Product	Description
G005819-0	26R Wet Cell Battery	Every standby generator requires a battery to start the system. Generac offers the recommended 26R wet cell battery for use with all air-cooled standby product (excluding PowerPact®).
G007101-0	Battery Pad Warmer	The pad warmer rests under the battery. Recommended for use if the temperature regularly falls below 0 °F (-18 °C). (Not necessary for use with AGM-style batteries).
G007102-0	Oil Warmer	Oil warmer slips directly over the oil filter. Recommended for use if the temperature regularly falls below 0 °F (-18 °C).
G007103-1	Breather Warmer	The breather warmer is for use in extreme cold weather applications. For use with Evolution controllers only in climates where heavy icing occurs.
G005621-0	Auxiliary Transfer Switch Contact Kit	The auxiliary transfer switch contact kit allows the transfer switch to lock out a single large electrical load you may not need. Not compatible with 50 amp pre-wired switches.
G007027-0 - Bisque	Fascia Base Wrap Kit	The fascia base wrap snaps together around the bottom of the new air cooled generators. This offers a sleek, contoured appearance as well as offering protection from rodents and insects by covering the lifting holes located in the base.
G005703-0 - Bisque	Touch-Up Paint Kit	If the generator enclosure is scratched or damaged, it is important to touch up the paint to protect from future corrosion. The touch-up paint kit includes the necessary paint to correctly maintain or touch up a generator enclosure.
G006482-0 – 10 kW G007216-0 – 14 / 18 kW	Scheduled Maintenance Kit	Generac's scheduled maintenance kits provide all the items necessary to perform complete routine maintenance on a Generac automatic standby generator (oil not included).
G007005-0	Wi-Fi LP Fuel Level Monitor	The Wi-Fi enabled LP fuel level monitor provides constant monitoring of the connected LP fuel tank. Monitoring the LP tank's fuel level is an important step in verifying the generator is ready to run during an unexpected power failure. Status alerts are available through a free application to notify users when the LP tank is in need of a refill.
G007000-0 (50 amps) G007006-0 (100 amps)	Smart Management Module	Smart Management Modules (SMM) are used to optimize the performance of a standby generator. It manages large electrical loads upon startup and sheds them to aid in recovery when overloaded. In many cases, using SMM's can reduce the overall size and cost of the system.
G007169-0 (4G LTE) G007170-0 (Wi-Fi/Ethernet)	Mobile Link® Cellular Accessories	The Mobile Link family of Cellular Accessories allow users to monitor the status of the generator from anywhere in the world, using a smartphone, tablet, or PC. Easily access information such as the current operating status and maintenance alerts. Users can connect an account with an authorized service dealer for fast, friendly, and proactive service. With Mobile Link, users are taken care of before the next power outage.

Dimensions & UPCs

Model	UPC
G007171-0	696471074680
G007172-0	696471074673
G007223-0	696471082548
G007224-0	696471082555
G007225-0	696471082562
G007226-0	696471082579
G007228-0	696471082586



LEFT SIDE VIEW



FRONT VIEW

Dimensions shown are approximate. See installation manual for exact dimensions. DO NOT USE THESE DIMENSIONS FOR INSTALLATION PURPOSES.

SPECIFICATION

Powercube M2
100~1000V



Basic Parameters		Powercube M2A-180 (729.6V/148Ah)
Battery System Capacity(kWh)		107.98
Battery Module		HM2A180
Battery system Voltage(V)		729.6
Battery System Voltage Range (V)		615.6~820.8
Efficiency(@0.5C-rate)		96%
Depth of Discharge		90%
Dimension (W×D×H mm)		803×845×2130
Weight(kg)		1228
Design Life		15+Years
Operation Temperature (℃)		10~40
Humidity		5%~95%
Altitude		<2000
Battery Module Qty.(Optional)		1~19 pcs
Authentication level		IEC62619/CE/UN38.3

Powercube M3
100~1400V



Basic Parameters		Powercube M3A-100 (729.6V/148Ah)	Powercube M3A-180 (1113.6V/148Ah)
Battery Module		HM3A100	HM3A180
Battery System Capacity(kWh)		107.98	164.81
Battery system Voltage(V)		729.6	1113.6
Battery System Voltage Range (V)		615.6~820.8	939.6~1252.8
Efficiency(@0.5C-rate)		96%	96%
Depth of Discharge		90%	90%
Dimension (W×D×H mm)		803×845×2130	1185×845×2130
Weight(kg)		1228	1798
Design Life		15+Years	15+Years
Operation Temperature (℃)		10~40	10~40
Humidity		5%~95%	5%~95%
Altitude		<2000	<2000
Battery Module Qty.(Optional)		1~19 pcs	1~29 pcs
Authentication level		UL1973/IEC62619/CE /UN38.3/UL9540A	IEC62619/VDE25 10:50 /CE/UN38.3

SPECIFICATION



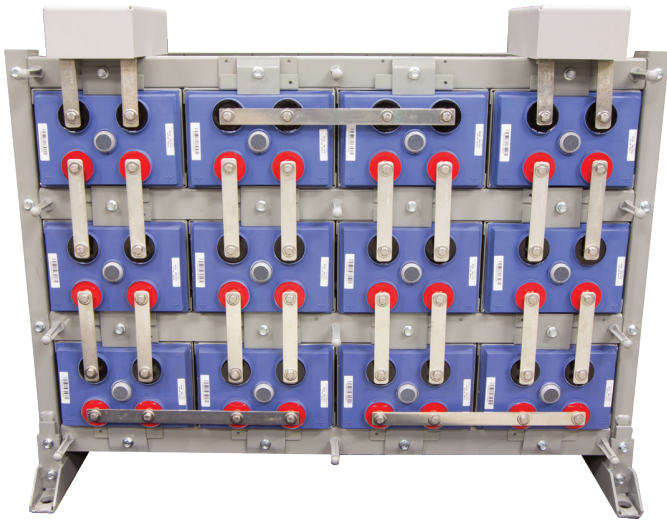
Basic Parameter	20ft High Voltage System Container		40ft High Voltage System Container	
Container System Type	Powercube-20H-M1		Powercube-40H-M1	
System Charge/Discharge Rate	0.5C		0.5C	
System Voltage Range(V)	736(690~828)		736(690~828)	
System Capacity(kWh)	1296		2592	
Container System Type	Powercube-20H-M2		Powercube-40H-M2	
System Charge/Discharge Rate	0.5C	0.5C	0.5C	0.5C
System Voltage Range(V)	806(680~907)	1228(1036~1382)	806(680~907)	1228(1036~1382)
System Capacity(kWh)	1432	1454	2983	3273
Container System Type	Powercube-20H-M3		Powercube-40H-M3	
System Charge/Discharge Rate	0.5~1C	0.5~1C	0.5~1C	0.5~1C
System Voltage Range(V)	806(680~907)	1228(1036~1382)	806(680~907)	1228(1036~1382)
System Capacity(kWh)	1194	1091	2625	2546
Dimension (L*W*H, M)	6.058*2.438*2.896		12.192*2.438*2.896	
Ambient Temperature (℃)	-20 ~ 50			
Communication	CANBUS/Modbus TCP/IP			



EnergyCell RE High Capacity™

2V VRLA AGM Battery

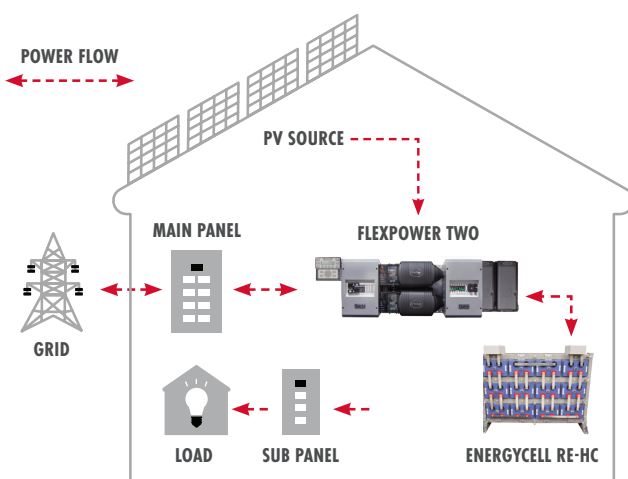
- 1800 cycles @ 50% depth of discharge
- Space-saving 4 × 6 standard 48V system configuration
- Battery frame design allows for maximum heat dissipation
- 100% out of box initial battery capacity
- VRLA-AGM technology: 99% gas recombination efficient, no periodic watering of cells, no re-torquing of terminal connections, and no equalization charge under standard operating conditions



The EnergyCell RE High Capacity battery family offers an ideal solution for large applications requiring the use of Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries.

The EnergyCell RE High Capacity battery's modular design concept with steel-can casing and its integral racking system provide a cost-effective battery system with a compact, quick and simple installation process. The EnergyCell RE High Capacity battery system's cell design, with Absorbed Glass Mat (AGM) technology, incorporates thicker positive plates for longer battery life. The welded/epoxy dual-post sealed design provides the highest integrity battery casing in the industry—large copper post design also enhances high rate performance.

Cells are encased in the module's protective steel can encases the cells to maintain constant, uniform compression for the life of the battery. The easy-to-assemble racking provides total flexibility for system configuration and allows fast, simple installation even in the most difficult locations. The EnergyCell RE High Capacity battery, with its optimized recombination chemistry and extra thick plates, has excellent performance, extended service life and low maintenance requirements for grid-interactive and off-grid renewable energy and UPS applications.



EnergyCell RE High Capacity Specifications

08/2019

EnergyCell Models*:	800RE	1100RE	1300RE	1600RE	2000RE	2200RE	2700RE
Nominal Voltage Per Cell	2V	2V	2V	2V	2V	2V	2V
Nominal Voltage Per System	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC
Cycle Life (50% DOD, 1.75VPC)	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Absorb Voltage (25 °C)	55.6VDC	55.6VDC	55.6VDC	55.6VDC	55.6VDC	55.6VDC	55.6VDC
Absorb Time	2hrs	2hrs	2hrs	2hrs	2hrs	2hrs	2hrs
Float Voltage (25 °C)	54VDC	54VDC	54VDC	54VDC	54VDC	54VDC	54VDC
Float Time	= absorb time	= absorb time	= absorb time	= absorb time	= absorb time	= absorb time	= absorb time
Equalize Voltage	2.32VDC	2.32VDC	2.32VDC	2.32VDC	2.32VDC	2.32VDC	2.32VDC
Re-Bulk Voltage ³	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC	24VDC / 48VDC
Re-Float Voltage ³	12.5VDC / 25VDC / 50VDC						
Maximum Charge Current (Per Battery)	148.75A	212.5A	250A	300A	375A	400A	500A
Operating Temperature Range (w/Temperature Compensation)	-4 to 122 °F (-20 to 50 °C)						
Optimal Operating Temperature Range	68 to 86 °F (20 to 30 °C)	68 to 86 °F (20 to 30 °C)	68 to 86 °F (20 to 30 °C)	68 to 86 °F (20 to 30 °C)	68 to 86 °F (20 to 30 °C)	68 to 86 °F (20 to 30 °C)	68 to 86 °F (20 to 30 °C)
Temp-Comp Factor (Charging)	—	—	—	—	—	—	—
Self-Discharge Time	6 months @ 25 °C	6 months @ 25 °C	6 months @ 25 °C	6 months @ 25 °C	6 months @ 25 °C	6 months @ 25 °C	6 months @ 25 °C
Terminal Type	M8 bolt, lock, flat washer	M8 bolt, lock, flat washer	M8 bolt, lock, flat washer	M8 bolt, lock, flat washer	M8 bolt, lock, flat washer	M8 bolt, lock, flat washer	M8 bolt, lock, flat washer
Terminal Hardware Initial Torque	88in-lbs	88in-lbs	88in-lbs	88in-lbs	88in-lbs	88in-lbs	88in-lbs
Weight (lb/kg)	2262 / 1189.3	3797 / 1722.3	4330 / 1964.1	5082 / 2305.2	6464 / 2932.0	6707 / 3042.2	8266 / 3749.4
48V System Dimensions H × D × W (in/cm)	43.44 × 23.5 × 39.40 / 110 × 59.69 × 10	60.7 × 23.5 × 37.15 / 154.2 × 59.69 × 94.36	77.96 × 26.25 × 33.32 / 198.0 × 66.68 × 84.63	77.96 × 26.25 × 33.32 / 198.0 × 66.68 × 84.63	74.92 × 27.46 × 44.37 / 190.3 × 69.75 × 11.27	77.96 × 26.25 × 56.37 / 198.0 × 66.68 × 14.32	74.92 × 27.46 × 56.37 / 190.3 × 69.75 × 143.2
Warranty**	3 years	3 years	3 years	3 years	3 years	3 years	3 years
48V Standard System Configuration	6w × 4h	4w × 6h	3w × 8h	3w × 8h	4w × 6h	3w × 8h	4w × 6h

	2V Ampere Hour Capacity to 1.75 Volts Per Cell @ 77°F (25°C)					
Discharge in Hours:	1	5	8	20	24	100
EnergyCell 800RE	347	555	600	672	676	810
EnergyCell 1100RE	495	790	864	960	984	1150
EnergyCell 1300RE	575	920	1008	1148	1176	1340
EnergyCell 1600RE	690	1105	1208	1378	1416	1600
EnergyCell 2000RE	886	1390	1512	1716	1776	2070
EnergyCell 2200RE	920	1470	1616	1836	1872	2140
EnergyCell 2700RE	1182	1850	2016	2288	2352	2770

* Consult local and regional electrical code for proper installation of energy storage requirements.

**Consult EnergyCell RE High Capacity warranty documentation for all terms and conditions