

# DISSENY I ELABORACIÓ D'UN SOFTWARE PER AL DIMENSIONAMENT D'INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES HÍBRIDES

---

TREBALL FINAL DE GRAU

---



**Universitat de Lleida**  
Escola Politècnica Superior

**Autor:** Eric Magrí Bosch

**Tutor Universitat:** Dr. Marc Medrano Martorell

**Tutor Empresa:** Miquel Trepà Lendinez

*Dilluns 06 de Juliol de 2015*



## ÍNDEX DE LA MEMÒRIA

<b>1. INTRODUCCIÓ.....</b>	<b>7</b>
1.1. Objecte: .....	7
1.2. Abast:.....	8
1.3. Antecedents i motivacions: .....	9
1.4. Organització del document: .....	10
<b>2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Classificació de les tecnologies fotovoltaïques existents: .....	11
2.1.1. Tecnologia basada en el silici Si:.....	11
2.1.2. Capa fina: .....	12
2.2. Tipus d'instal·lacions: .....	13
2.2.1. Aïllades de xarxa elèctrica: .....	14
2.2.1.1. Aïllades: .....	14
2.2.1.2. Híbrides. Fotovoltaïca i grup generador:.....	15
2.2.2. Connectades a xarxa elèctrica:.....	17
2.2.2.1. Connectades a xarxa elèctrica amb venda d'energia:.....	17
2.2.2.2. Autoconsum instantani: .....	18
2.3. Components instal·lacions fotovoltaïques híbrides: .....	19
2.3.1. Panells fotovoltaïcs:.....	19
2.3.2. Estructura de suport:.....	20
2.3.3. Bateries:.....	21
2.3.4. Inversors de xarxa:.....	21
2.3.5. Inversors d'aïllada:.....	22
2.3.6. Proteccions DC:.....	22
2.3.7. Proteccions AC:.....	23
2.4. Avantatges i inconvenients de l'energia solar fotovoltaïca: .....	23
2.4.1. Avantatges: .....	23
2.4.2. Inconvenients: .....	24



<b>3. SOFTWARE DE DIMENSIONAMENT .....</b>	<b>25</b>
3.1. Tipologia de sistemes híbrids: .....	25
3.1.1. Sistema monofàsic simple: .....	25
3.1.2. Sistema monofàsic de clúster únic: .....	26
3.1.3. Sistema trifàsic de clúster únic: .....	27
3.1.4. Sistema multicluster: .....	28
3.1.5. Sistema bifàsic: .....	29
3.2. Descripció dels elements utilitzats: .....	30
3.2.1. Panells fotovoltaïcs: .....	30
3.2.2. Bateries: .....	31
3.2.3. Inversors de xarxa: .....	31
3.2.4. Inversors d'aïllada: .....	32
3.2.5. Multicluster: .....	32
3.3. Introducció de consums: .....	33
3.3.1. Introducció de consums en litres de gasoil: .....	33
3.3.2. Introducció de consums en funció de la potència elèctrica instal·lada: .....	35
3.4. Dimensionament de la instal·lació: .....	38
3.4.1. Dades inicials: .....	38
3.4.2. Metodologia de dimensionament: .....	39
3.4.2.1. Inversors d'aïllada: .....	39
3.4.2.2. Bateries: .....	40
3.4.3. Dimensionament final: .....	41
3.5. Distribució de l'energia: .....	43
3.5.1. Dades inicials, producció i consum: .....	43
3.5.2. Gestió de les bateries: .....	44
3.5.3. Gestió del grup generador: .....	45
3.5.4. Gestió de l'excedent de producció fotovoltaïca: .....	46
3.5.5. Balanç d'energia: .....	46
3.6. Corbes de simultaneïtat: .....	47
3.7. Pressupost: .....	48
3.8. Amortització: .....	51



<b>4. EXEMPLE DE DIMENSIONAMENT .....</b>	<b>54</b>
4.1. Descripció i antecedents: .....	54
4.2. Dimensionament: .....	55
4.2.1. Mòduls fotovoltaïcs: .....	55
4.2.2. Inversors de xarxa:.....	56
4.2.3. Inversors d'aïllada:.....	57
4.2.4. Bateries:.....	58
4.3. Anàlisi de resultats:.....	59
4.4. Estudi econòmic: .....	63
4.5. Conclusions:.....	65
<b>5. CONCLUSIONS I FUTURES AMPLIACIONS DEL SOFTWARE .....</b>	<b>66</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>68</b>
<b>ANNEX 1 - Esquema elèctric de la instal·lació .....</b>	<b>69</b>
<b>ANNEX 2 - Característiques tècniques .....</b>	<b>70</b>



## ÍNDEX D'IL·LUSTRACIONS

<b>Il·lustració 2.1</b>	Panell fotovoltaic de silici pur monocristal·lí. ....	11
<b>Il·lustració 2.2</b>	Panell fotovoltaic de silici pur policristal·lí.....	12
<b>Il·lustració 2.3</b>	Panell fotovoltaic de silici amorf en forma de panell i de lona flexible. 13	
<b>Il·lustració 2.4</b>	Esquema d'una instal·lació fotovoltaica aïllada. ....	14
<b>Il·lustració 2.5</b>	Esquema d'una instal·lació híbrida (fotovoltaica-dièsel).....	16
<b>Il·lustració 2.6</b>	Esquema d'una instal·lació fotovoltaica amb venda d'energia. ....	17
<b>Il·lustració 2.7</b>	Esquema d'una instal·lació fotovoltaica per autoconsum.....	18
<b>Il·lustració 2.8</b>	D'esquerra a dreta: Estructura coplanar, inclinada i orientable.....	20
<b>Il·lustració 2.9</b>	Proteccions DC .....	22
<b>Il·lustració 3.1</b>	Diagrama de blocs d'un sistema monofàsic simple. Font: [8]. ....	25
<b>Il·lustració 3.2</b>	Diagrama de blocs d'un sistema monofàsic de clúster únic. Font: [8]. .	26
<b>Il·lustració 3.3</b>	Diagrama de blocs d'un sistema trifàsic de clúster únic. Font: [8]. ....	27
<b>Il·lustració 3.4</b>	Diagrama de blocs d'un sistema trifàsic multiclúster. Font: [8]. ....	28
<b>Il·lustració 3.5</b>	Diagrama de blocs d'un sistema bifàsic. Font: [8]. ....	29
<b>Il·lustració 3.6</b>	Mòdul bateria 2V, BAE 6PVV 420 Solar Ppol. Font: [9].....	31
<b>Il·lustració 3.7</b>	D'esquerra a dreta: Inversor Sunny Boy i inversor Sunny Tripower.....	31
<b>Il·lustració 4.1</b>	Esquema de connexió de les bateries.....	58
<b>Il·lustració 1</b>	Esquema elèctric de la instal·lació amb els equips emprats. Font: [8] ....	69

## ÍNDEX DE GRÀFICS

<b>Gràfic 3.1</b>	Corbes de simultaneïtat en un dia del mes de gener.....	47
<b>Gràfic 3.2</b>	Flux de tresoreria acumulat en un període de 30 anys.....	53
<b>Gràfic 4.1</b>	Corbes de simultaneïtat diàries.....	61
<b>Gràfic 4.2</b>	Distribució energètica mensual.....	62
<b>Gràfic 4.3</b>	Flux de tresoreria acumulat.....	64



## ÍNDEX DE TAULES

<b>Taula 3.1</b>	Panells fotovoltaïcs emprats en el Software de disseny. ....	30
<b>Taula 3.2</b>	Inversors d'aïllada emprats en el Software de disseny. ....	32
<b>Taula 3.3</b>	Característiques dels multiclusters emprats. ....	32
<b>Taula 3.4</b>	Distribució horària dels percentatges de consum dièsel. ....	33
<b>Taula 3.5</b>	Distribució horària de consums en kilowatts hora.....	34
<b>Taula 3.6</b>	Ampliació distribució horària de consums en kilowatts hora. ....	34
<b>Taula 3.7</b>	Distribució de les hores de consum dels equips instal·lats. ....	35
<b>Taula 3.8</b>	Distribució horària dels consums pels casos 1 i 2 .....	36
<b>Taula 3.9</b>	Distribució horària de consums en kilowatts hora.....	37
<b>Taula 3.10</b>	Ampliació distribució horària de consums en kilowatts hora. ....	37
<b>Taula 3.11</b>	Tipus de connexions i voltatges disponibles. ....	38
<b>Taula 3.12</b>	Exemple de dimensionament d'inversors d'aïllada.....	40
<b>Taula 3.13</b>	Introducció de dades pel dimensionament.....	41
<b>Taula 3.14</b>	Dimensionament final. ....	41
<b>Taula 3.15</b>	Adaptació de la bateria a utilitzar. ....	42
<b>Taula 3.16</b>	Paràmetres de dimensionament. ....	43
<b>Taula 3.17</b>	Producció solar horària. ....	43
<b>Taula 3.18</b>	Consums horaris .....	44
<b>Taula 3.19</b>	Ús horari de bateries .....	44
<b>Taula 3.20</b>	Capacitat horària de les bateries.....	45
<b>Taula 3.21</b>	Producció horària del grup. ....	45
<b>Taula 3.22</b>	Excés d'energia .....	46
<b>Taula 3.23</b>	Còmput partida pressupostaria referent al material fotovoltaïc.....	48
<b>Taula 3.24</b>	Fulla de pressupost.....	50
<b>Taula 3.25</b>	Dades d'entrada pel càlcul de l'amortització. ....	51
<b>Taula 3.26</b>	Taula d'amortització a 30 anys vista. ....	52
<b>Taula 4.1</b>	Informació sobre els hàbits de consum.....	54
<b>Taula 4.2</b>	Característiques tècniques mòduls solars REC250.....	55
<b>Taula 4.3</b>	Característiques tècniques de l'inversor SMA Sunny Tripower 2500 TL-30. .	56
<b>Taula 4.4</b>	Característiques tècniques de l'inversor SMA Sunny Island 6.0H.....	57



<b>Taula 4.5</b>	Característiques tècniques bateries BAE 16PVV 3040 Solar Ppol. ....	58
<b>Taula 4.6</b>	Comparativa entre l'estat actual i estat amb instal·lació híbrida. ....	59
<b>Taula 4.7</b>	Pressupost instal·lació híbrida projectada. ....	63
<b>Taula 4.8</b>	Paràmetres considerats en l'amortització.....	64



## 1. INTRODUCCIÓ

---

### 1.1. Objecte:

L'objectiu d'aquest Treball de Fi de Grau és la creació d'un software de càlcul per realitzar dimensionaments ràpids i acurats d'instal·lacions solars fotovoltaïques híbrides (solar fotovoltaïca i grup generador elèctric de combustió interna) a partir d'informació coneguda, com són els consums elèctrics i la radiació solar de la zona. A més de realitzar una petita introducció en el món de l'energia fotovoltaïca, els seus principals components i sistemes existents.

La idea és implementar un software amb la capacitat de realitzar els càlculs hora a hora, realitzant un balanç d'energia produïda i energia consumida horàriament. Essent així una eina que aporti precisió al dimensionament i adaptant-se adequadament a cada cas.

A més a més, el software ha de tenir la capacitat de fer un petit estudi econòmic. Aquest estudi inclou la realització del pressupost i el càlcul de l'amortització prevista de la instal·lació.

D'altra banda, ha de disposar d'una important eina gràfica de simulació com són gràfiques de gestió energètica entre d'altres. Aquesta font gràfica, ha de ser simple, entenedora i eficaç per visualitzar gràficament errors o possibles millores en el dimensionament.





## 1.2. Abast:

Aquest projecte, es centra en la creació d'un software per el dimensionament d'instal·lació fotovoltaïques híbrides. La memòria del projecte descriu amb el màxim de detall el funcionament del software creat explicant-lo amb l'ajut de taules i eines gràfiques extretes del propi software a més a més, per complementar l'explicació s'ha realitzat un exemple de dimensionament d'una instal·lació.

D'altra banda, també es realitza una introducció resumida del món de l'energia fotovoltaïca. Explicant de forma breu el tipus de panells disponibles en el mercat, la classificació dels diferents sistemes fotovoltaïcs, el components de les instal·lacions híbrides i els avantatges i desavantatge de l'energia solar.

El software s'ha focalitzat en el dimensionament dels següents equips: inversors de xarxa, inversors de corrent, bateries i multicluster.

No s'ha entrat en el detall d'explicar com es dimensiona un camp solar. Ja que no s'ha considerat important a causa de la gran quantitat de programes disponibles en el mercat, a més a més, l'empresa Kataë Energia S.L. per la qual he realitzat el projecte ja disposa d'una eina de càlcul pel dimensionament dels camps fotovoltaïcs, el qual contempla l'orientació i inclinació òptima dels panells així com altres factors que hi intervenen.

Amb l'eina de càlcul desenvolupada, els equips de gestió, monitorització i control no han estat dimensionats. Així com no s'ha realitzat el dimensionament dels equips de protecció i les seccions dels trams de cablejat elèctric. Ja que s'han considerat paràmetres molt variables en funció de la instal·lació, la normativa i legislació que regeixi l'obra en concret.



### 1.3. Antecedents i motivacions:

Fins fa pocs anys, la via emprada per resoldre la inaccessibilitat de la xarxa elèctrica a una determinada explotació o punt de consum, es solucionava mitjançant l'ús de grups generadors dièsel.

Un grup dièsel aprofita de mitjana uns 3,2 kilowatts hora per cada litre de gasoil amb una repercussió econòmica aproximada de 0,27€/kWh. Si es comparem amb el preu de compra a xarxa elèctrica que de mitjana és de 0,13€/kWh, comprovem, que s'està pagant aproximadament el doble del que es pagaria en cas d'estar connectats a xarxa.

La solució proposada, donada la inaccessibilitat a la xarxa de distribució, és la instal·lació de panells solars fotovoltaïcs i bateries d'emmagatzematge. Introduint aquests nous elements a les instal·lacions es pot reduir notablement el preu de producció de l'energia, abaratint així la despesa econòmica en energia de l'explotació això com col·laborant amb la reducció les emissions de CO<sub>2</sub> reduint les hores de funcionaments dels equips dièsel.

No obstant això, aquest tipus d'instal·lacions són difícils de dimensionar, ja que si no es té la cura necessària, resulta molt senzill sobredimensionar-les o infradimensionar-les. El fet de dimensionar les instal·lacions de forma errònia implica escurçar la vida útil dels equips (especialment les bateries) i de la instal·lació. A més a més de la despesa econòmica que comporta.

Actualment, els programes de disseny més emprats per les empreses instal·ladores són programes que realitzen els càlculs a partir de mitjanes de consums mensuals o anuals. I molts cops els equips estan mal dimensionats, ja que no s'ha tingut en compte els pics de consum horaris. És per això, que el software implementat realitza els càlculs hora a hora, per mirar de reduir els errors produïts amb les aproximacions mensuals.



## 1.4. Organització del document:

Aquest document està organitzat en 6 capítols i 2 annexos.

En aquest primer capítol d'introducció, s'exposen els objectius i la finalitat del projecte. Així com els antecedents i les motivacions per realitzar-lo.

En el segon capítol, es realitza una petita introducció en el camp de l'energia fotovoltaica, explicant els diferents sistemes de producció fotovoltaica existents, diferents solucions tècniques, els equips més importants en instal·lacions solars fotovoltaïques híbrides (energia fotovoltaica i dièsel), avantatges i inconvenients de l'energia solar fotovoltaica.

El tercer capítol, descriu el software de disseny creat explicant les seves possibilitats i limitacions. La finalitat d'aquest capítol es donar a conèixer i entendre el funcionament del software, detallant la introducció de dades i la resposta generada pel programa. D'altra banda, es detalla els elements pel qual s'ha dimensionat així com la metodologia de dimensionament emprada.

El quart capítol, té com a finalitat aplicar el software creat amb una exemple real mostrant així el seu correcte funcionament. S'ha dimensionat una instal·lació solar fotovoltaica híbrida per una instal·lació ramadera dedicada a la cria i engreix d'aus.

El cinquè capítol, és una capítol de reflexió i anàlisi del programa implementat. Aportant noves i idees i propostes de futura ampliació del software.

El sisè capítol, es la bibliografia. En ell es mostra les fonts on s'ha consultat informació per la implementació del software i la redacció del treball de fi de grau.

En l'annex 1, es mostra un esquema de connexió elèctrica dels elements utilitzats en la instal·lació dimensionada en el quart capítol.

En l'annex 2, es mostren les fitxes tècniques del tots els elements utilitzats en la instal·lació dimensionada en el quart capítol.

## 2. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

L'energia solar fotovoltaica, és una energia neta i renovable, que està basada en l'efecte fotoelèctric, és a dir, la producció d'energia elèctrica a partir de la transformació de la radiació solar. Per realitzar aquesta transformació, s'utilitzen cèl·lules solars formades per un material semiconductor. Quan la radiació solar incideix sobre les cèl·lules es produeix un moviment d'electrons generant una petita diferència de potencial.

Agrupant conjunts de cèl·lules fotovoltaïques i connectant-les en sèrie i en paral·lel adequadament s'obtenen els panells solars amb una capacitat de producció determinada. Alhora, agrupant grups de panells solars s'obtenen diferències de potencials i potències majors sense límit.

### 2.1. Classificació de les tecnologies fotovoltaïques existents:

Les tecnologies fotovoltaïques existents, es poden classificar en funció de la tipologia del semiconductor utilitzat.

#### 2.1.1. Tecnologia basada en el silici Si:

**Silici pur monocristal·lí:** És una tecnologia que utilitza cèl·lules fotovoltaïques de silici d'alta puresa perfectament cristal·litzat en una sola peça. Les cèl·lules es caracteritzen per un color blau fosc uniforme i una forma octogonal (veure Il·lustració 2.1).

Per als panells monocristal·lins en el laboratori s'han arribat a rendiments màxims del 24,7%, no obstant els panells comercials ofereixen un rendiment aproximat del 16%.

El principal inconvenient és l'elevat cost, a causa de la complexitat de producció de les cèl·lules solars.



Il·lustració 2.1 Panell fotovoltaic de silici pur monocristal·lí.

**Silici pur policristal·lí:** Les cèl·lules policristal·lines estan formades per silici estructurat desordenadament en forma de petits cristalls. En tenir un grau de puresa inferior que el silici monocristal·lí, el seu rendiment és inferior. Per aquest tipus de panells s'ha arribat a un rendiment del 19,8% en laboratori i els mòduls comercials ofereixen un rendiment del 14%. No obstant això, el seu principal inconvenient és el seu baix rendiment en condicions de lluminositat baixa.

D'altra banda, aquest tipus de panells són fàcilment identificables visualment perquè presenten una superfície d'aspecte granulat (veure Il·lustració 2.2).

Els panells fotovoltaïcs policristal·lins, tenen un cost inferior que els mòduls de silici monocristal·lí, ja que el seu cost de producció és menor.



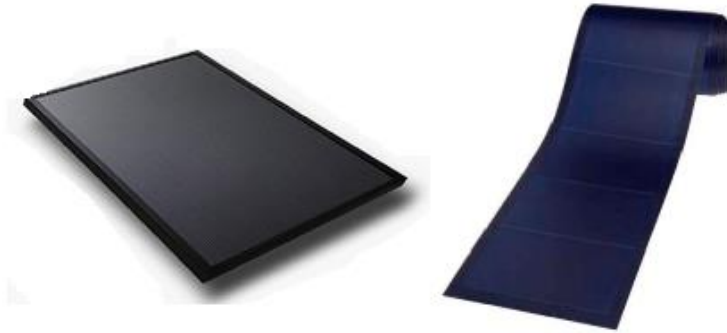
**Il·lustració 2.2** Panell fotovoltaic de silici pur policristal·lí

### 2.1.2. Capa fina:

Per les característiques pròpies del silici cristal·litzat, els panells fabricats seguint la tecnologia explicada anteriorment presenten un gruix considerable. Mitjançant l'ús del silici amb una altra estructura o d'altres materials semiconductors és possible aconseguir panells més fins i versàtils que permeten inclús en algun cas la seva adaptació a superfícies irregulars. Són anomenats panells de capa fina. Així doncs, els panells amb capa fina són:

**Silici amorf** Basats també amb la tecnologia del silici, però aquest material no segueix cap estructura cristal·lina alguna. Panells d'aquest tipus són habitualment utilitzats en petits dispositius electrònics, calculadores, rellotges i en petits panells portàtils. El seu rendiment arribat a un màxim del 18% en laboratori i un 13% en l'ús comercial.

En la Il·lustració 2.3 es mostren dos exemples de panells de tipologia ben diferenciada de capa fina de silici amorf.



**Il·lustració 2.3** Panell fotovoltaic de silici amorf en forma de panell i de lona flexible.

**Arsenur de gal·li (GaAs):** És un dels materials més eficients presenta uns rendiments al laboratori del 25,7% i un 20% en usos comercials.

**Tel·lurur de cadmi (CdTe):** El rendiment màxim a laboratori ha estat del 17,3% i en els mòduls comercials del 8%.

**Diseleniur de coure en indi (CuInSe<sub>2</sub> o "CIS"):** Amb rendiments al laboratori pròxims al 17% i amb mòduls comercials del 9%.

**Triple unió. GaAs, Ge i GaInP<sub>2</sub>:** Aquesta és la unió de tres semiconductors obtenint un rendiment en laboratori elevat del 39%.

Les quatre últimes tecnologies, són tecnologies molt poc usades i en fase de desenvolupament. No obstant totes les tecnologies estan essent investigades i estudiades per millorar el rendiment i reduir el cost de producció dels panells.

## 2.2. Tipus d'instal·lacions:

L'energia solar fotovoltaica, disposa d'una alta gamma de possibilitats de funcionament, des d'engegar una simple bombeta fins a proveir a grans zones de consums.

Una de les formes per classificar els tipus d'instal·lacions és classificar-ho amb instal·lacions aïllades de xarxa i connectades a xarxa.

### 2.2.1. Aïllades de xarxa elèctrica:

Aquest tipus d'instal·lacions són instal·lades en llocs on no hi ha accés a xarxa elèctrica o existeix una gran dificultat per portar l'energia elèctrica des de la xarxa de distribució fins als punts de consum. Es classifiquen en dos tipus, aïllades i híbrides.

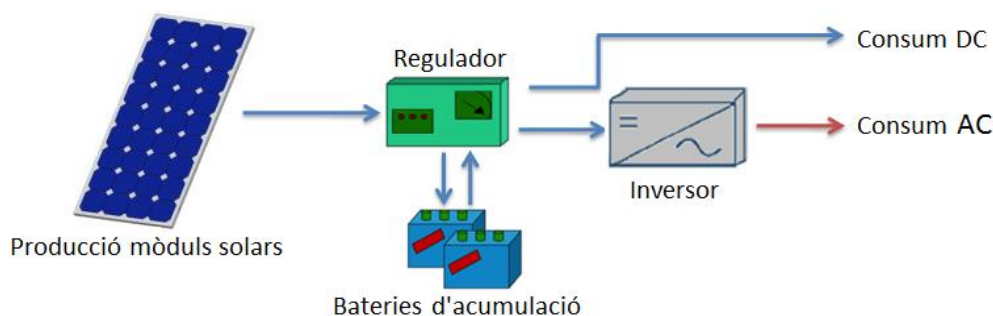
#### 2.2.1.1. Aïllades:

Generalment, solen ser instal·lacions amb demanda de potència reduïda: habitatges unifamiliars, cabanyes, cases de camp, refugis, equips de bombeig d'aigua, etc. No obstant això, es podria arribar a fer instal·lacions fotovoltaïques aïllades sense límit de potència tot i que el seu elevat cost ho fa inviable. El principi bàsic de funcionament d'una instal·lació aïllada és el següent (veure Il·lustració 2.4):

- La radiació solar incideix en els mòduls solars i produeixen corrent continua DC.
- Aquest corrent en DC va als punts de consum en DC, l'inversor en cas de demanda de AC i en cas de no existir consum, s'emmagatzema aquesta energia en les bateries.
- Si existeix demanda de consum, però la producció solar és insuficient (un dia nuvolat o a la nit), s'utilitza part de l'energia emmagatzemada en les bateries pel consum elèctric.

Aquest tipus d'instal·lacions, estan pensades per garantir una autonomia de bateries de diversos dies, dependent del tipus de consumidor pot variar entre 3 i 6 dies, garantint l'abastiment elèctric encara que els mòduls solars no produeixin energia.

Alguns cops, aquests sistemes estan complementats per generadors elèctrics de suport, s'activen si no es disposa de suficient producció solar ni suficient capacitat de bateria.



**Il·lustració 2.4** Esquema d'una instal·lació fotovoltaïca aïllada.



### 2.2.1.2. Híbrides. Fotovoltaica i grup generador:

Aquest tipus d'instal·lacions, poden ser amb consums reduïts com en les instal·lacions aïllades o poden disposar de consums mitjans/alts com: instal·lacions agrícoles, instal·lacions ramaderes, petites indústries, cases unifamiliars, grups de bombeig, etc.

En la pràctica els sistemes híbrids són una variant dels sistemes aïllats. El principi de funcionament és similar que un sistema aïllat però en aquest cas sempre es disposarà d'un o més grups generadors elèctrics, generalment acostumen a ser generadors dièsel.

La principal diferència dels sistemes híbrids respecte els sistemes aïllats és que disposen de menor dies d'autonomia. Segons el tipus d'instal·lació pot variar entre 0,4 i 2 dies d'autonomia. Per poder garantir-los, no serà necessari disposar de tanta capacitat d'emmagatzematge d'energia com en els sistemes aïllats, reduint així la inversió en bateries.

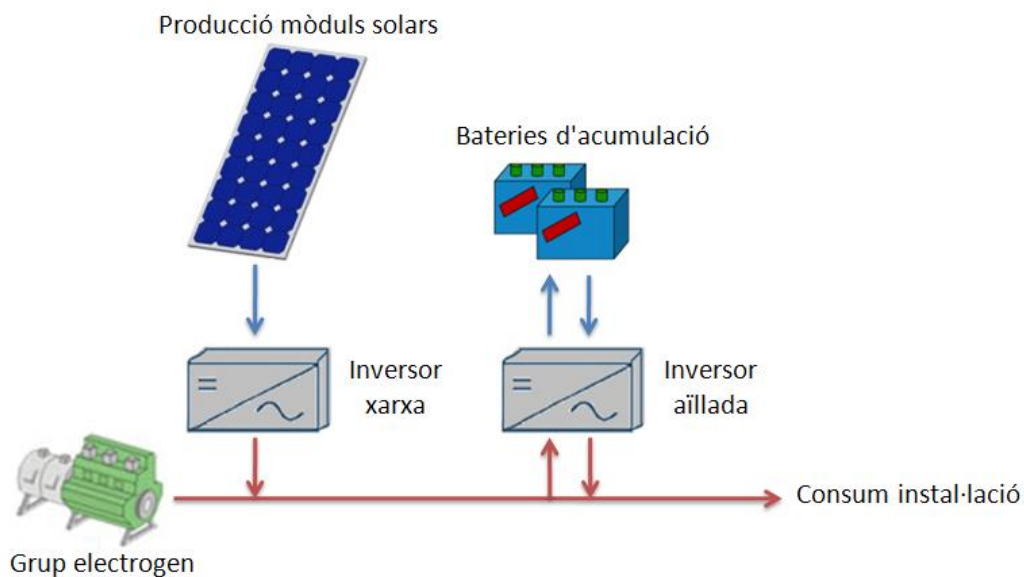
En aquesta tipologia d'instal·lació l'objectiu principal és reduir l'ús del grup generador i evitar l'encès i l'apagat constant del generador i aprofitar l'excedent de producció que produeix. Es busca realitzar un equilibri entre la producció del grup electrogen i la producció solar amb l'objectiu final de reduir el cost de producció de l'energia consumida.

En funcionament d'aquest tipus d'instal·lacions és el següent, en la Il·lustració 2.5 es mostra els camins que segueix l'energia elèctrica:

- La radiació solar incideix en els mòduls solars i produeixen corrent continua DC.
- Aquest corrent en DC es transforma en corrent alterna AC en l'inversor de xarxa, i es condueix fins al punt de consum final.
- En cas que la producció sigui superior a la demanada elèctrica, part de l'energia es transforma de nou en CC mitjançant l'inversor d'aïllada i s'emmagatzema a les bateries.



- Si existeix demanda de consum però la producció solar és insuficient (dia nuvolat o de nit) es distingeixen dos casos:
  - a. Cas 1: Les bateries disposen de suficient energia per subministrar la demanda elèctrica. A les hores, s'utilitza part d'aquesta energia per cobrir la demanda de consum. Transformant l'energia en AC.
  - b. Cas 2: Les bateries estan completament descarregades o no disposen de suficient capacitat per abastir la demanda, en aquest cas s'engega automàticament el grup generador, per abastir la demanda elèctrica.
- Molts cops el grup produeix més energia que la necessària pel consum, si el grup està engegat, es transforma l'energia sobrant d'AC a DC i s'emmagatzema a les bateries.



**Il·lustració 2.5** Esquema d'una instal·lació híbrida (fotovoltaica-dièsel)

### 2.2.2. Connectades a xarxa elèctrica:

Les instal·lacions connectades a xarxa com el seu nom indica són instal·lacions que estan interconnectades amb la xarxa elèctrica de distribució del país.

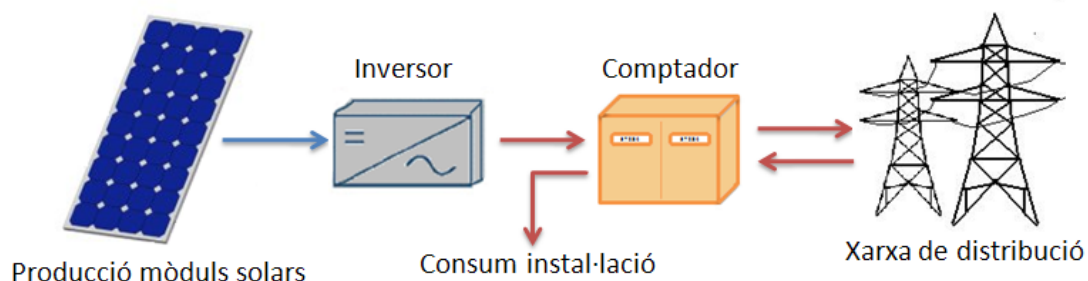
#### 2.2.2.1. Connectades a xarxa elèctrica amb venda d'energia:

Aquest tipus d'instal·lacions són les que han experimentat major desenvolupament en els últims anys. Actualment degut a la normativa i legislació d'alguns països, s'ha reduït el seu desenvolupament.

El funcionament d'aquest tipus d'instal·lacions, com es mostra en la Il·lustració 2.6, és molt simple. El generador fotovoltaic capta la radiació solar i la converteix en energia elèctrica en corrent continu. Seguidament, l'inversor converteix aquesta energia en corrent continu a corrent altern amb la mateixa tensió i freqüència que la xarxa elèctrica. Aquesta energia produïda passa per un comptador d'energia i s'injecta a la xarxa elèctrica.

En cas que la instal·lació també tingui consum, s'instal·la un segon comptador que compatibilitza l'energia consumida de la xarxa de consum. També és habitual fer-ho amb comptadors bidireccionals, els quals comptabilitzen l'energia consumida i l'energia injectada a xarxa.

El manteniment d'aquestes instal·lacions és mínim i consisteix bàsicament en una neteja periòdica dels panells solars, comprovar les connexions elèctriques i el bon funcionament de l'inversor, s'estima una vida útil de més de 30 anys.



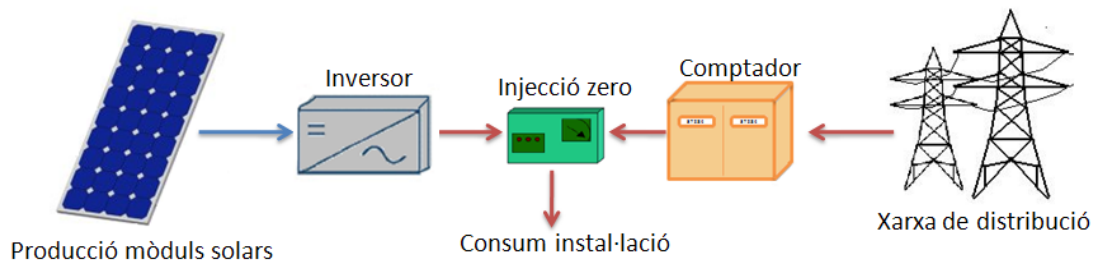
**Il·lustració 2.6** Esquema d'una instal·lació fotovoltaica amb venda d'energia.

### 2.2.2.2. Autoconsum instantani:

Aquest tipus d'instal·lacions produeixen energia elèctrica pel consum propi de la nau i no injecten l'energia produïda a la xarxa elèctrica. No obstant això, la instal·lació segueix estant connectada a xarxa, ja que en cas de no existir producció solar o aquesta sigui insuficient l'energia es consumeix de la xarxa elèctrica.

El funcionament d'aquestes instal·lacions, com es mostra en Il·lustració 2.7 es molt senzill. Els mòduls solars capten la radiació del solar i produeixen energia elèctrica en forma de corrent continu. Aquesta es transforma en forma de corrent altern al mateix voltatge i freqüència que la xarxa elèctrica mitjançant un inversor i s'injecta a la xarxa de consum intern. Hi ha un element regulador anomenat "kit d'injecció zero" o "injecció zero" que és l'encarregat d'evitar la injecció d'energia elèctrica a la xarxa de distribució del país.

Com en cas de les instal·lacions amb venda d'energia, explicada en l'apartat 2.2.2.1 de la present memòria, el manteniment es mínim i consisteix en una neteja periòdica dels panells solars, comprovar les connexions elèctriques i el bon funcionament dels inversors, s'estima una vida útil de més de 30 anys.



**Il·lustració 2.7** Esquema d'una instal·lació fotovoltaica per autoconsum.



## 2.3. Components instal·lacions fotovoltaïques híbrides:

### 2.3.1. Panells fotovoltaïcs:

Els panells solars fotovoltaïcs són l'element principal de tota instal·lació solar fotovoltaïca independentment de la tipologia de què es tracti. Tenen la funció de produir energia elèctrica a partir de la radiació solar.

Per caracteritzar un panell solar fotovoltaïc s'utilitza un paràmetre estandarditzat anomenada potència pic que es mesura en Watts Pic (Wp). Correspon a la potència màxima que pot aportar un panell amb unes condicions determinades d'una radiació de  $1000\text{W}/\text{m}^2$  i una temperatura de la cèl·lula solar de  $25^\circ\text{C}$  (no confondre amb la temperatura ambient).

La tecnologia de panells més emprada a avui en dia, és la tecnologia basada en el silici gràcies a les seves prestacions, el cost i l'elevat nombre de fabricants existents. Concretament, els panells més emprats són els panells fotovoltaïcs policristal·lins seguits pels panells monocristal·lins. La tecnologia basada en la capa fina, actualment és poc emprada i únicament s'utilitza en instal·lacions puntuals.

### 2.3.2. Estructura de suport:

L'estructura de suport és l'encarregada d'assegurar un bon ancoratge dels generadors solars sobre la coberta de la nau o al terreny on s'instal·la. A la vegada que l'estructura aporta l'orientació i la inclinació adequada per un millor rendiment de la instal·lació projectada. D'altra banda, l'estructura facilitarà les tasques de manteniment i instal·lació.

Un dels materials més utilitzats és l'alumini, gràcies al seu baix pes, l'alta resistència a la corrosió i als esforços mecànics. A més a més és un material conductor i facilita les derivacions a terra de la instal·lació. D'altra banda una altra gran avantatge és que existeix una alta gamma de possibilitats per part dels fabricants.

Principalment, existeixen 3 tipologies d'estructura (Il·lustració 2.8):

- **Estructura coplanar:** Els generadors estan situats en paral·lel amb la coberta de la nau adquirint la mateixa inclinació.
- **Estructura inclinada:** És una estructura amb inclinació fixada, donant així una inclinació fixa als mòduls solars.
- **Estructura orientable:** Aquesta estructura, té la capacitat d'orientar-se seguint la trajectòria que realitza el sol al llarg del dia.



**Il·lustració 2.8** D'esquerra a dreta: Estructura coplanar, inclinada i orientable.



### 2.3.3. Bateries:

En un sistema fotovoltaic híbrid, la funció principal de les bateries és acumular la diferència entre l'energia produïda i l'energia consumida. És a dir, durant hores amb alta lluminositat acumular l'energia no consumida en bateries per poder ser utilitzades durant la nit o durant períodes amb lluminositat baixa on la demanda de consum és superior a la producció fotovoltaica.

Una altra funció important de les bateries és la de proveir una intensitat de corrent superior a la que el dispositiu fotovoltaic pot entregar per si sol. Per exemple el cas d'un motor que en el moment d'arrancar pot sol·licitar un corrent de 4 vegades la seva corrent nominal durant poc segons.

La vida útil de les bateries, no es mesura en anys, sinó per la quantitat de cicles de càrrega i descàrrega que és capaç de realitzar. Així, si les bateries treballen amb un règim de treball de molts cicles diaris, probablement sol durarà uns mesos, mentre que si el règim és d'un cicle al dia o inclús més lent (com el cas de la majoria dels sistemes híbrids) la bateria pot durar com a mínim 10 anys.

### 2.3.4. Inversors de xarxa:

Els inversors transformen l'energia elèctrica DC provinent dels mòduls fotovoltaics i la converteixen en energia elèctrica AC. Aquests dispositius, adapten la tensió de sortida de l'inversor a la de la xarxa i garanteixen el manteniment de la corba sinusoidal.

Així doncs, a partir d'un llindar mínim de radiació solar, són capaços de transformar en corrent altern tota la potència que el generador fotovoltaic genera a cada instant.

Els inversors vénen caracteritzats per la tensió d'entrada, la potència màxima que pot proporcionar i l'eficiència. L'eficiència ve donada per la relació entre la potència de sortida de l'inversor i la potència d'entrada.

### 2.3.5. Inversors d'aïllada:

Aquests inversors, tenen la capacitat de transformar l'energia elèctrica AC provinent de la xarxa de consum interna i convertir-la en corrent DC per carregar les bateries. I també tenen la capacitat de fer-ho a la inversa, és a dir, convertir el corrent DC de la bateries a corrent AC per poder ser utilitzat en els punts de consum.

Igual que els inversors de xarxa, els inversors d'aïllada vénen caracteritzat per la tensió d'entrada, la potència màxima que pot proporcionar i l'eficiència. L'eficiència ve donada per la relació entre la potència de sortida de l'inversor i la potència d'entrada.

### 2.3.6. Proteccions DC:

Les proteccions en la part de corrent continu són els fusibles, els interruptors diferencials (veure Il·lustració 2.9 Proteccions DC) i els interruptors de seccionament.

Els fusibles tenen la funció de tallar el pas de corrent elèctric en cas d'una sobreintensitat. Estan formats per un filament metàl·lic de secció variable segons la intensitat màxima que hagi de circular per ell.

Els interruptors diferencials s'utilitzen per què en cas de falla d'aïllament dels mòduls fotovoltaïcs, desconnecti la part en corrent continu de l'inversor, la curtcircuiti i la connecti a terra.

D'altra banda també es disposen d'interruptors de seccionament per desconnectar els mòduls fotovoltaïcs del sistema. De manera que en cas de problemes en un inversor o una línia de mòduls fotovoltaïcs no es paralitzi el conjunt de la instal·lació.



**Il·lustració 2.9** Proteccions DC



### 2.3.7. Proteccions AC:

Les proteccions en la part elèctrica de corrent altern són els interruptors diferencials i els interruptors magnetotèrmics.

Un interruptor diferencial, és un dispositiu electromecànic que s'instal·la en les instal·lacions elèctric per protegir a les persones de contactes directes i indirectes amb parts elèctriques de la instal·lació. En cas d'una fuga de corrent, l'interruptor es desactiva tallant el pas del corrent. Aquest element, s'instal·la a la sortida dels inversors.

Un interruptor magnetotèrmic és un dispositiu electromecànic capaç d'interrompre el corrent elèctric d'un circuit quan aquest sobrepasa uns certs valors màxims. S'incorpora en un instal·lació fotovoltaïca amb la funció de protegir la instal·lació elèctrica contra intensitats excessives, produïdes per un curtcircuit o per un excessiu nombre d'elements connectats a ella. A més permeten la desconexió del sistema de producció amb el sistema de consum intern.

## 2.4. Avantatges i inconvenients de l'energia solar fotovoltaïca:

La producció d'energia a través dels sistemes fotovoltaïcs, presenta una gran multitud d'avantatges i com tota tecnologia disposa d'alguns inconvenients.

### 2.4.1. Avantatges:

L'energia solar fotovoltaïca és una de les fonts més prometedores de les energies renovables en el món. La producció d'energia a través de fonts d'energia renovables contribueix a desenvolupar una planeta net i sostenible. La societat cada cop està més conscienciada dels beneficis tant mediambientals com econòmics que suposa la generació d'energia neta. Alguns d'ells són els següents:

- ✓ El sol és una font d'energia inesgotable.
- ✓ No contamina, no produeix emissions de gasos a l'atmosfera. Reducció del CO<sub>2</sub>.
- ✓ Instal·lacions silencioses.
- ✓ Sistema ideal en zones amb difícil accés a la xarxa.
- ✓ Els sistemes resisteixen dures condicions climàtiques: pedra, pluja, vent, fred...
- ✓ Llarga vida dels mòduls fotovoltaïcs. (30 anys o més)





- ✓ Promoure la generació distribuïda i reduir les pèrdues de càrrega en les línies de transport.
- ✓ Fàcil integració arquitectònica, amb poc impacte visual.
- ✓ Mantinent mínim, ja que no disposa de parts mòbils. Baix cost de manteniment.
- ✓ Proporciona estalvis econòmics. Autoconsum econòmicament viable.
- ✓ Instal·lacions simples i fàcilment modulables, es pot augmentar o disminuir la potència instal·lada fàcilment.
- ✓ El cost dels components disminueix a mesura que la tecnologia evoluciona.

D'altra banda, està demostrat que la generació d'energia neta és un valor afegit a la imatge individual de les persones o empreses que contribueixen al seu desenvolupament. Valors com "responsabilitat", "sostenibilitat", "conservació del mediambient", "compromís", "futur" i "innovació" són valors positius amb els quals s'identifiquen les marques que promouen l'ús de les energies renovables.

#### 2.4.2. Inconvenients:

Quan es pensa amb els inconvenients de l'energia solar fotovoltaica, costa d'imaginar-los. Tret de l'impacte visual que produeix la instal·lació de grans zones amb panells solars. No obstant això, també gaudeix d'altres desavantatges importants:

- ✗ Producció variable segons la zona climàtica i l'època de l'any; mentre hi ha llum solar i variable segons la insolació.
- ✗ El rendiment és bastant baix, a causa de la baixa eficiència dels panells solars; s'estima un rendiment final del 13%. Grans zones de captació per grans consums.
- ✗ Impacte visual dels grans camps de captació solar.
- ✗ Els panells solars són complexos i cars de fabricar. Inversió inicial alta.
- ✗ Algunes bateries es fabriquen amb materials que s'han de tractar com a residus perillosos al final de la seva vida útil (plom, àcids...).
- ✗ Díficil emmagatzematge de l'energia produïda.
- ✗ En molts casos les àrees amb més radiació solar, són llocs desèrtics allunyats de les zones amb més consum.

### 3. SOFTWARE DE DIMENSIONAMENT

En aquest apartat, s'explica detalladament les funcions i capacitats que disposa el software de dimensionament implementat així com les seves limitacions.

Un punt important a realitzar és que totes les taules extretes del software són d'un dimensionament no optimitzat, s'ha realitzat així per tal de poder visualitzar els detalls, apartats del software i els missatges d'error o d'advertència. Així doncs, no és d'estranyar que l'amortització, el pressupost o l'excés d'energia siguin valors elevats.

#### 3.1. Tipologia de sistemes híbrids:

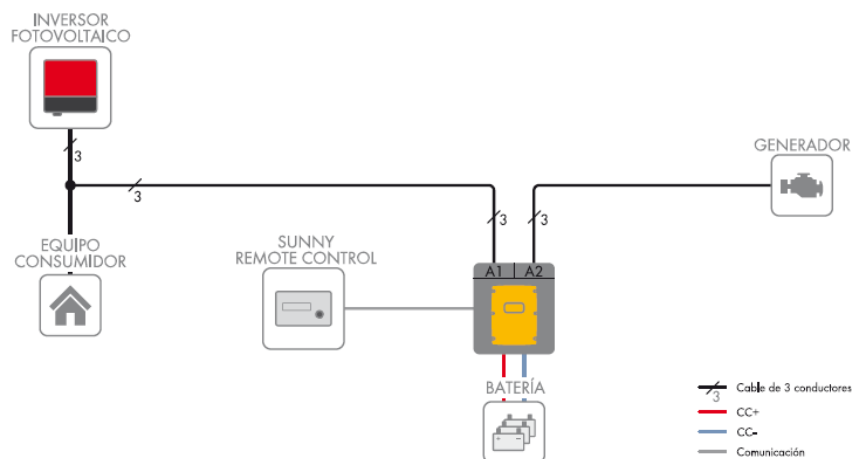
Els sistemes híbrids implementats en el software de càlcul està basat en un sistema de mòduls per poder augmentar i disminuir la potència de la instal·lació de forma senzilla.

D'altra banda, té la particularitat que pot funcionar per gairebé tots els països del món. S'ha dissenyat pensant en diferents tipus de voltatge de treball (230V/120V), diferent freqüència de xarxa (50Hz/60Hz), així com si es treballa amb corrent monofàsic o trifàsic.

##### 3.1.1. Sistema monofàsic simple:

És el sistema més senzill pel qual s'ha implementat el software. Únicament disposa d'un inversor d'aïllada i un grup de bateries (visualitzar Il·lustració 3.1).

Aquest sistema disposa d'un límit de potència màxima de 8kW en instal·lacions amb voltatge de xarxa de 230V i de 2kW en instal·lacions que utilitzen voltatge de 120V.



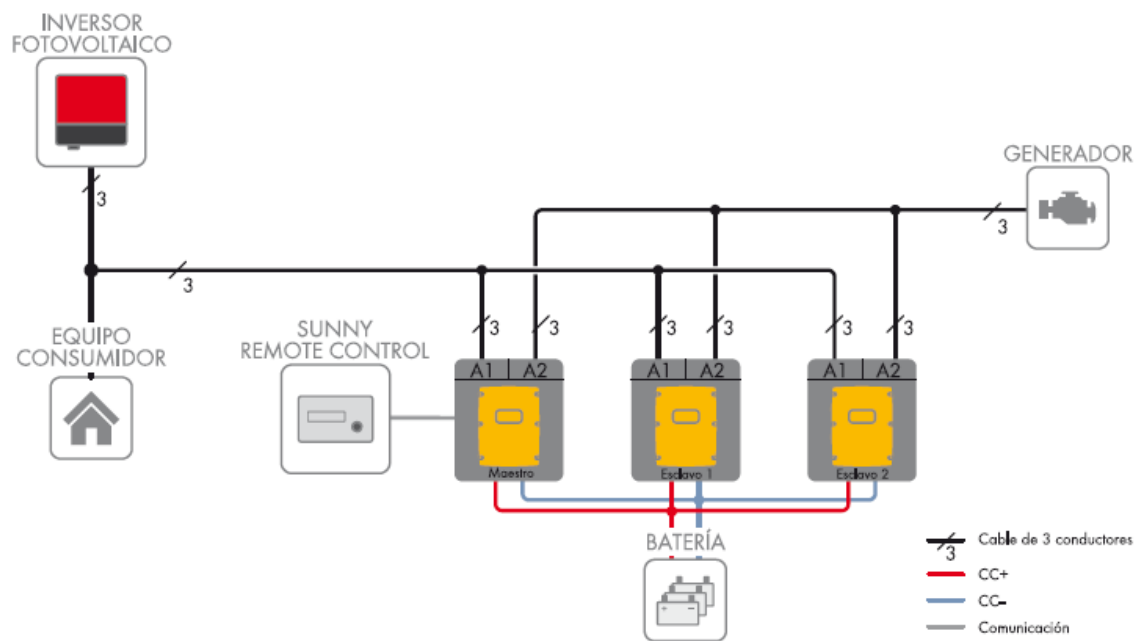
**Il·lustració 3.1** Diagrama de blocs d'un sistema monofàsic simple. Font: [8].

### 3.1.2. Sistema monofàsic de clúster únic:

Aquests sistemes, permetem subministrar potències elèctriques amb corrent monofàsic superiors als sistemes monofàsic simples explicats en el punt 3.1.1.

Pot haver-hi fins a tres inversors d'aïllada connectats amb un únic grup de bateries formant un clúster. En un clúster, sempre hi ha un inversor que governa a la resta, aquest inversor s'anomena "mestre" i els restants "esclaus". En la Il·lustració 3.2 es mostren les connexions dels diferents equips.

El límit de potència màxima per aquesta tipologia de sistema implementada és de 24kW per instal·lacions amb voltatge de 230V i de 21kW en instal·lacions amb voltatge de 120V.

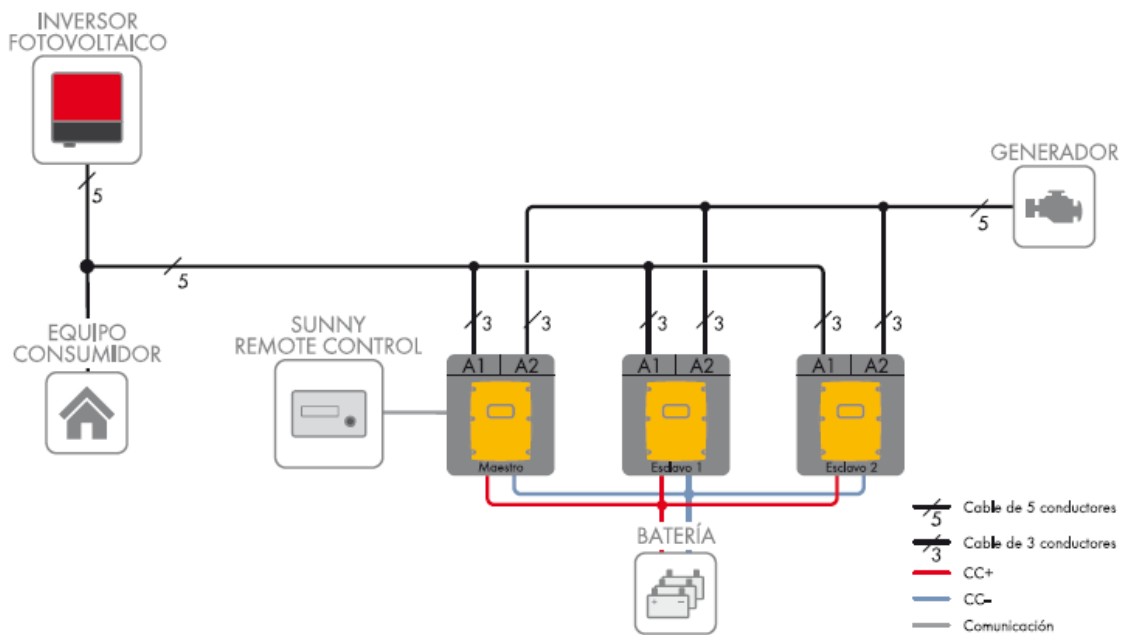


**Il·lustració 3.2** Diagrama de blocs d'un sistema monofàsic de clúster únic. Font: [8].

### 3.1.3. Sistema trifàsic de clúster únic:

Un sistema trifàsic de clúster únic està format per tres inversors d'aïllada, connectats a una bateria formant un clúster únic. Les connexions de la instal·lació es mostren en la Il·lustració 3.3.

El límit de potència d'aquest sistema és de 24kW en instal·lacions amb voltatge de 230/400V i de 21kW en instal·lacions amb voltatge de 120/208V.

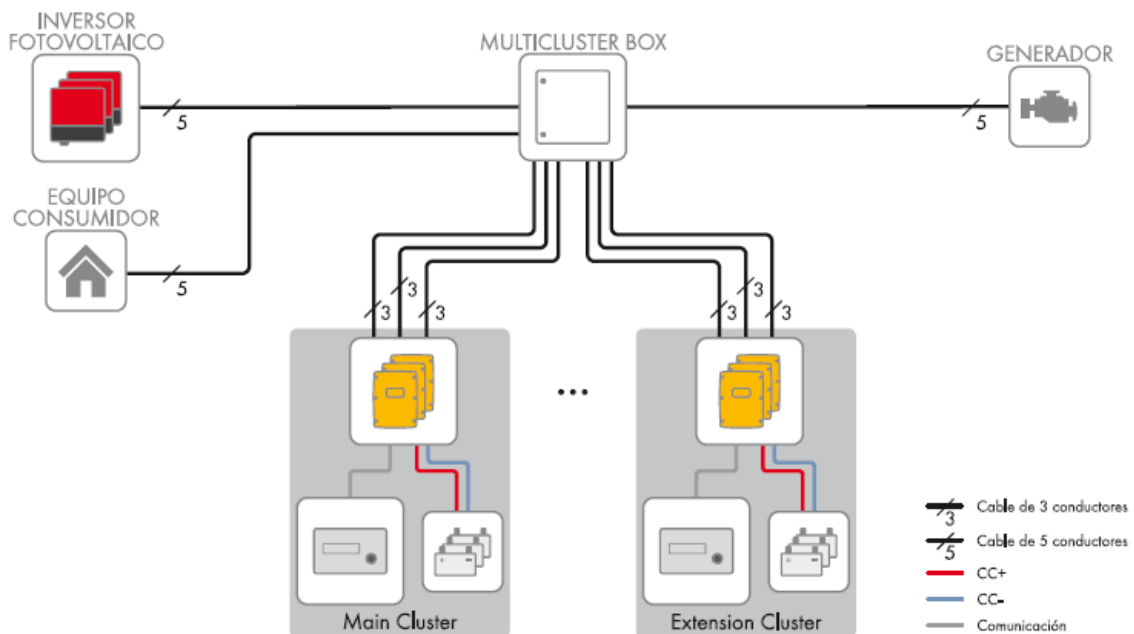


Il·lustració 3.3 Diagrama de blocs d'un sistema trifàsic de clúster únic. Font: [8].

### 3.1.4. Sistema multicluster:

És el sistema més complex pel qual s'ha implementat el software. S'utilitza en instal·lacions amb elevada demanda de potència. Els inversors s'agrupen amb clústers trifàsics (3 inversors d'aïllada i un grup de bateries) i es connecten amb un multicluster que realitza la gestió de l'energia. En la Il·lustració 3.4 és mostra el tipus de connexió que es realitza.

El límit de potència d'aquests sistemes es de 288kW en instal·lacions amb voltatge de 230/400V (màxim 12 clústers) i de 84kW en instal·lacions amb voltatge de 120/208V (màxim 3 clústers).



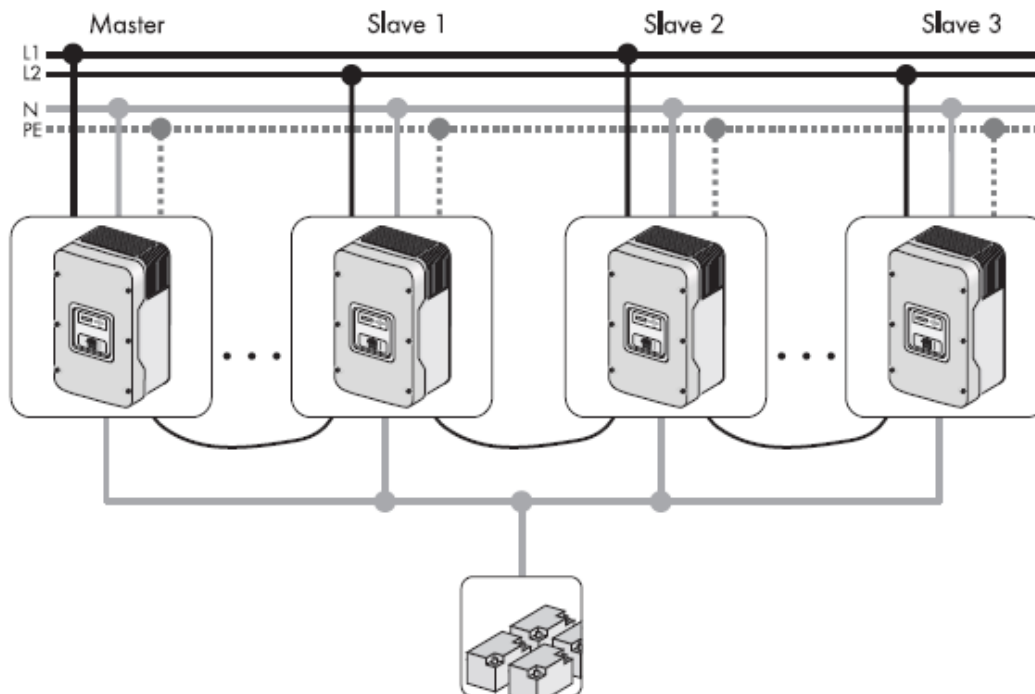
**Il·lustració 3.4** Diagrama de blocs d'un sistema trifàsic multiclúster. Font: [8].

### 3.1.5. Sistema bifàsic:

Aquest tipus de connexió és molt poc usada, però es pot trobar en països del sud d'Amèrica com Costa Rica. Les càrregues elèctriques estan connectades entre fase i fase.

S'instal·len 2 o 4 inversors distribuïts uniformement entre les dues fases evitant descompensacions de potència entre les fases. En la Il·lustració 3.5 es pot comprovar que les connexions es realitzen entre fase i fase.

Amb aquest sistema es pot obtenir una potència màxima de 28kW amb un voltatge de xarxa de 120/240V.



**Il·lustració 3.5** Diagrama de blocs d'un sistema bifàsic. Font: [8].

## 3.2. Descripció dels elements utilitzats:

En el món de l'energia fotovoltaica existeixen multitud de fabricants i models de panells, d'inversors, de bateries, etc. El software únicament ha estat implementat per alguns d'ells. Seguint el bon criteri de l'empresa Kataë Energia S.L. basat en l'experiència en el sector i el tracte amb els proveïdors corresponents.

### 3.2.1. Panells fotovoltaïcs:

Els panells fotovoltaïcs pel qual s'ha implementat el software de disseny han estat 4. S'han elegit 3 panells tipus policristal·lí i un tipus monocristal·lí. En la majoria de casos, amb aquest 4 tipus de panells es pot cobrir les necessitats, en cas de la necessitat d'utilitzar altres tecnologies s'haurà d'implementar o bé realitzar el càlcul manualment. En la Taula 3.1 es mostren de forma resumida els 4 panells implementats en el software pel dimensionament d'instal·lacions híbrides.

Model	Descripció
REC 250	Panell policristal·lí de 250Wp
REC 255	Panell policristal·lí de 255Wp
REC 260	Panell policristal·lí de 260Wp
SHARP 120	Panell monocristal·lí de 120Wp

**Taula 3.1** Panells fotovoltaïcs emprats en el Software de disseny.

### 3.2.2. Bateries:

Les bateries utilitzades, són del fabricant BAE la gamma de productes Secura PVV solar. Les bateries utilitzades estan formades per vasos de 2 volts. Combinats en sèrie i en paral·lel adequadament s'obté els voltatges i la capacitat d'emmagatzematge desitjada.

Són bateries estacionàries estanques i no necessiten haver de reomplir-se al llarg de la seva vida útil. Aquest tipus de bateries estan lliures de manteniment. En la Il·lustració 3.6 es mostra un vas de 2 volts d'un model concret de les bateries emprades.



**Il·lustració 3.6** Mòdul bateria 2V, BAE 6PVV 420 Solar Ppol. Font: [9].

### 3.2.3. Inversors de xarxa:

Els inversors de xarxa utilitzats han estat una gamma de productes extensa, ja que varia en funció del voltatge del sistema i el tipus de connexió. Els inversors emprats són del fabricant internacional d'elements fotovoltaïcs SMA.

Disposa d'una alta gamma de productes tant per a instal·lacions monofàsiques com trifàsiques. La gamma de productes que s'utilitzarà seran "SUNNY BOY" per instal·lacions monofàsiques i "SUNNY TRIPOWER" en instal·lacions trifàsiques.



**Il·lustració 3.7** D'esquerra a dreta: Inversor Sunny Boy i inversor Sunny Tripower.



### 3.2.4. Inversors d'aïllada:

Un dels elements distintius de les instal·lacions híbrides, és que disposen d'un inversor bidireccional, té la capacitat de transformar el corrent DC a corrent AC i a la inversa, permeten una millor gestió de les bateries.

Els inversors implementats en el programa han estat els inversors d'aïllada que subministra el fabricant internacional d'elements fotovoltaïcs SMA. S'han utilitzat els 4 inversors mostrats en la Taula 3.2.

Inversor d'aïllada	Potència nominal	Potència en 30 minuts	AC	DC
SMA Sunny Island 6.0H	4600W	6000W	230V/50Hz	48V
SMA Sunny Island 8.0H	6000W	8000W	230V/50Hz	48V
SMA Sunny Island 4548-US-10	4500W	5300W	120V/60Hz	48V
SMA Sunny Island 6048-US-10	5750W	7000W	120V/60Hz	48V

**Taula 3.2** Inversors d'aïllada emprats en el Software de disseny.

### 3.2.5. Multicluster:

Com ja s'ha explicat anteriorment en l'apartat 3.1.4 de la memòria, els multicluster únicament s'utilitzen en els sistemes trifàsics amb diferents clústers.

Un multicluster, és un element que realitza la gestió de l'energia que li arriba dels inversors de xarxa, dels inversors de corrent i del grup electrogen i subministra l'energia necessària a la instal·lació i emmagatzema l'energia en les bateries adequadament.

L'empresa SMA Solar Technology, disposa de tres tipus de multicluster per voltatges de 230V i freqüència de 50Hz i d'un tipus per voltatges de 120V i freqüència de 60Hz. En la Taula 3.3 es mostren les característiques principals dels multiclusters utilitzats.

Multicluster	Xarxa elèctrica	Nombre màx. inversors d'aïllada	Pot. Màx. FV/Grup
SMA Multicluster Box 6.3	230V/50Hz	6	55/55 kW
SMA Multicluster Box 12.3	230V/50Hz	12	110/110 kW
SMA Multicluster box 36.3	230V/50Hz	36	360/300 kW
SMA Multicluster-Box 12 U	120V/60Hz	12	110/110 kW

**Taula 3.3** Característiques dels multiclusters emprats.

### 3.3. Introducció de consums:

Per introduir la demanda de consum elèctric de la instal·lació, s'ha implementat 2 sistemes diferents. S'utilitzarà el més adient en cada cas.

#### 3.3.1. Introducció de consums en litres de gasoil:

Cada cop és més habitual trobar explotacions ja existents que sol·liciten la instal·lació dels sistemes fotovoltaïcs. Aquestes instal·lacions, ja disposen d'un grup generador dièsel. Per aquest motiu, s'ha cregut convenient la implantació d'una entrada de dades mitjançant els consums dièsel de les explotacions.

A partir de l'històric de consums de gasoil, informació del grup dièsel existent i informació sobre la distribució de consums horaris, s'obtenen els consums horaris de cada mes seguint la metodologia mostrada en la Taula 3.4

**Introduir:** Consum del generador. [kWh/l]

**Llista desplegable:** Selecció del tipus de distribució horària. Taules de percentatges model.

**Introduir (Opcional):** Si es disposa d'informació suficient. Introduir manualment els percentatges.

**Introduir:** Percentatges de consum mensuals.

**Introduir:** Consum de gasoil mensual.

**Verificar:** Comprovar la distribució de percentatges.

**Dades inicials subministrades pel client**

Convertir litres de gasoil a kWh: Consum del generador: 3 kWh/l

Distribució horària de consums: **Mati (7:00 - 13:00)**

**Taula de percentatges de consum**

		L gasoil	% mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Verificar		
Any anterior	Agost			10%	10%																								100,00%	
	Setembre			10%	10%																								100,00%	
	Octubre	3000	20,00%	10%	10%																								100,00%	
	Novembre			10%	10%																								100,00%	
Any referència	Desembre		25,00%	10%	10%																								100,00%	
	Gener		35,00%	10%	10%																								100,00%	
	Febrer	3500	35,00%	10%	10%																								100,00%	
	Març		30,00%	10%	10%																								100,00%	
	Abril		25,00%	10%	10%																								100,00%	
	Maij		10,00%	10%	10%																								100,00%	
	Juny	900	20,00%	10%	10%																								100,00%	
	Juliol		20,00%	10%	10%																									100,00%
	Agost		25,00%	10%	10%																									100,00%
	Setembre		35,00%	10%	10%																									100,00%
	Octubre	2800	20,00%	10%	10%																									100,00%
	Any pròxim	Novembre		20,00%	10%	10%																								100,00%
Desembre			25,00%	10%	10%																								100,00%	
Gener			35,00%	10%	10%																								100,00%	
Febrer		3500	35,00%	10%	10%																								100,00%	
Març			30,00%	10%	10%																								100,00%	
Abril		25,00%	10%	10%																								100,00%		
Maij		10,00%	10%	10%																								100,00%		

*Taula model de percentatges: variar per cada instal·lació segons informació del client o tipus d'instal·lació.*

**Taula 3.4** Distribució horària dels percentatges de consum dièsel.

Un cop realitzada la introducció de dades, el programa realitza la distribució de consums elèctrics horaris. Transforma els litres de gasoil a kilowatts hora i els distribueix seguint la Taula 3.4 de percentatges entrada anteriorment i obté la Taula 3.5 de resultats.

		kWh de consum																								Verificar	
		kWh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Any anterior	Agost	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Setembre	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Octubre	9000	1800	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	2,30	5,81	5,81	6,39	5,81	5,81	5,81	5,23	2,90	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	0,58	0,58	0,58	0,58	1800
	Novembre	0	1800	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	3,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,04	3,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	0,60	0,60	0,60	0,60	1800
	Desembre	0	2250	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	3,63	7,26	7,26	7,98	7,26	7,26	7,26	6,53	3,63	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	0,73	0,73	0,73	0,73	2250
Any referència	Gener	0	3150	1,02	1,02	1,02	1,02	5,08	10,16	10,16	11,18	10,16	10,16	10,16	9,15	5,08	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	3150
	Febrer	10500	3675	1,31	1,31	1,31	1,31	6,56	13,13	13,13	14,44	13,13	13,13	13,13	11,81	6,56	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	3675
	Març	0	3150	1,02	1,02	1,02	1,02	5,08	10,16	10,16	11,18	10,16	10,16	10,16	9,15	5,08	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	3150
	Abril	0	2625	0,88	0,88	0,88	0,88	4,38	8,75	8,75	9,63	8,75	8,75	8,75	7,88	4,38	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	2625
	Maig	0	1050	0,34	0,34	0,34	0,34	1,69	3,39	3,39	3,73	3,39	3,39	3,39	3,05	1,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	1050
Any proper	Juny	2700	540	0,18	0,18	0,18	0,18	0,90	1,80	1,80	1,98	1,80	1,80	1,80	1,62	0,90	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	540
	Juliol	0	540	0,17	0,17	0,17	0,17	0,87	1,74	1,74	1,92	1,74	1,74	1,74	1,57	0,87	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	540
	Agost	0	675	0,22	0,22	0,22	0,22	1,09	2,18	2,18	2,40	2,18	2,18	2,18	1,96	1,09	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	675
	Setembre	0	945	0,32	0,32	0,32	0,32	1,58	3,15	3,15	3,47	3,15	3,15	3,15	2,84	1,58	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	945
	Octubre	8400	1680	0,54	0,54	0,54	0,54	2,71	5,42	5,42	5,96	5,42	5,42	5,42	4,88	2,71	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	1680
Any proper	Novembre	0	1680	0,56	0,56	0,56	0,56	2,80	5,60	5,60	6,16	5,60	5,60	5,60	5,04	2,80	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	1680
	Desembre	0	2100	0,68	0,68	0,68	0,68	3,39	6,77	6,77	7,45	6,77	6,77	6,77	6,10	3,39	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	2100
	Gener	0	2940	0,95	0,95	0,95	0,95	4,74	9,48	9,48	10,43	9,48	9,48	9,48	8,54	4,74	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	2940
	Febrer	10500	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Març	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Any proper	Abril	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
	Maig	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Taula 3.5 Distribució horària de consums en kilowatts hora.

**Solució:** Distribució horària dels consums en un any referència.

**Verificar:** Comprovar la Distribució horària dels consums.

1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	5,08	10,16	10,16	11,18	10,16	10,16	10,16	9,15	5,08	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	6,56	13,13	13,13	14,44	13,13	13,13	13,13	13,13	11,81	6,56	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	5,08	10,16	10,16	11,18	10,16	10,16	10,16	9,15	5,08	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	4,38	8,75	8,75	9,63	8,75	8,75	8,75	7,88	4,38	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	1,69	3,39	3,39	3,73	3,39	3,39	3,39	3,05	1,69	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,90	1,80	1,80	1,98	1,80	1,80	1,80	1,62	0,90	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,87	1,74	1,74	1,92	1,74	1,74	1,74	1,57	0,87	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	1,09	2,18	2,18	2,40	2,18	2,18	2,18	1,96	1,09	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	1,58	3,15	3,15	3,47	3,15	3,15	3,15	2,84	1,58	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	2,71	5,42	5,42	5,96	5,42	5,42	5,42	4,88	2,71	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	2,80	5,60	5,60	6,16	5,60	5,60	5,60	5,04	2,80	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	3,39	6,77	6,77	7,45	6,77	6,77	6,77	6,10	3,39	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68

Taula 3.6 Ampliació distribució horària de consums en kilowatts hora.

Els valors que es mostren en la Taula 3.5 i la Taula 3.6 corresponen a la distribució anual dels consums elèctrics hora a hora. Aquest consums són els necessaris per poder dimensionar la instal·lació.



Un cop realitzada aquesta introducció de dades, el programa extreu la Taula 3.8, que ens informa de la distribució dels consums hora a hora pel cas 1 i pel cas 2.

**Solució:** Distribució horària de consums en el cas 1.

**Destacar:** Pic de potència en Watts en el cas 1.

Equips	Distribució de consums horaris [W] - Cas 1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Il·luminació Interior L1	3600	3600	3600	3600	3600	3600													3600	3600	3600	3600	3600	3600
Il·luminació Interior L2	2160	2160	2160	2160	2160	2160													2160	2160	2160	2160	2160	2160
Il·luminació Interior L3	720	720	720	720	720	720													720	720	720	720	720	720
Il·luminació Exterior L1	600	600	600	600	600	600													600	600	600	600	600	600
Il·luminació Exterior L2	600	600	600	600	600	600													600	600	600	600	600	600
Ventiladors 1						1323	1323	1323	1323			1323	1323	1323	1323				1323	1323	1323	1323	1323	
Ventiladors 2							4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	4366	
Motor reductor						1470	1470	1470			1470	1470	1470						1470	1470	1470			
Bomba d'aigua							2205	2205	2205										2205	2205	2205	2205		
Calefacció																								
Sistema de Control	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
<b>Total</b>	<b>8930</b>	<b>8930</b>	<b>8930</b>	<b>8930</b>	<b>8930</b>	<b>11723</b>	<b>6248</b>	<b>10614</b>	<b>9144</b>	<b>7821</b>	<b>5616</b>	<b>8409</b>	<b>8409</b>	<b>8409</b>	<b>6939</b>	<b>5616</b>	<b>5616</b>	<b>7086</b>	<b>18294</b>	<b>18294</b>	<b>12458</b>	<b>12458</b>	<b>10253</b>	<b>8930</b>

Equips	Distribució de consums horaris [W] - Cas 2																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Il·luminació Interior L1	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600											3600	3600	3600	3600	3600	3600
Il·luminació Interior L2	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160											2160	2160	2160	2160	2160	2160
Il·luminació Interior L3	720	720	720	720	720	720	720	720											720	720	720	720	720	720
Il·luminació Exterior L1	600	600	600	600	600	600	600	600											600	600	600	600	600	600
Il·luminació Exterior L2	600	600	600	600	600	600	600	600											600	600	600	600	600	600
Ventiladors 1							1323	1323	1323	1323						1323	1323	1323	1323					
Ventiladors 2											4366	4366	4366											
Motor reductor						1470	1470	1470			1470	1470	1470						1470	1470				
Bomba d'aigua							2205	2205	2205										2205	2205	2205	2205		
Calefacció	6930			6930	6930			6930	6930			6930	6930				6930	6930			6930	6930		6930
Sistema de Control	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
<b>Total</b>	<b>15860</b>	<b>8930</b>	<b>8930</b>	<b>15860</b>	<b>15860</b>	<b>10400</b>	<b>12605</b>	<b>20858</b>	<b>11708</b>	<b>4778</b>	<b>2573</b>	<b>14016</b>	<b>14016</b>	<b>7086</b>	<b>2573</b>	<b>9503</b>	<b>9503</b>	<b>11723</b>	<b>12605</b>	<b>18065</b>	<b>18065</b>	<b>11135</b>	<b>8930</b>	<b>15860</b>

Taula 3.8 Distribució horària dels consums pels casos 1 i 2

**Solució:** Distribució horària de consums en el cas 2.

**Destacar:** Pic de potència en Watts en el cas 2.

De la taula anterior Taula 3.8, la informació més útil per fer la distribució de consums durant un any, són els quadres remarcats com a solució. Aquesta és la distribució de consums horaris en un dia en els 2 casos diferenciats.

A més, visualitzant els conjunts de valors de la taula, es pot descobrir quins elements són els que més consumeixen, les hores amb més simultaneïtat de tasques elèctriques i on són les hores pic, a fi de poder identificar punts millorables en la gestió de l'energia.

Finalment per poder finalitzar la introducció de consum, es realitza una taula final on es mostrarà l'evolució del consum al llarg d'un any. Diferenciant si s'escau, entre els mesos de consum elèctric tipus el cas 1 i tipus el cas 2. El resultat final es mostra en la Taula 3.9 i els passos a realitzar per obtenir-la.

**Llista desplegable:** Selecció del tipus de cas. Cas 1 o cas 2.

**Destacar:** Pic de potència anual en kilowatts hora.

		Consum horari en (kWh)																							
		1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Cas 2 - hivern	Gener	15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
Cas 1 - estiu	Febrer	15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
Cas 2 - hivern	Març	15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
Cas 1 - hivern	Abril	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
Cas 1 - estiu	Maig	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
Cas 1 - estiu	Juny	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
Cas 1 - estiu	Juliol	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
Cas 1 - estiu	Agost	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
Cas 1 - estiu	Setembre	8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
Cas 2 - hivern	Octubre	15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
Cas 2 - hivern	Novembre	15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
Cas 2 - hivern	Desembre	15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86

Taula 3.9 Distribució horària de consums en kilowatts hora.

**Solució:** Distribució horària dels consums en un any.

15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
8,93	8,93	8,93	8,93	8,93	11,72	6,25	10,61	9,14	7,82	5,62	8,41	8,41	8,41	6,94	5,62	5,62	7,09	18,29	18,29	12,46	12,46	10,25	8,93
15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86
15,86	8,93	8,93	15,86	15,86	10,40	12,61	20,86	11,71	4,78	2,57	14,02	14,02	7,09	2,57	9,50	9,50	11,72	12,61	18,07	18,07	11,14	8,93	15,86

Taula 3.10 Ampliació distribució horària de consums en kilowatts hora.

Els valors que es mostren en la Taula 3.9 i la Taula 3.10 corresponen a la distribució anual dels consums elèctrics hora a hora. Aquests consums són els necessaris per poder dimensionar la instal·lació.

### 3.4. Dimensionament de la instal·lació:

Com més dades disponibles del sistema hi hagi, més garanties hi haurà que el disseny de la instal·lació sigui l'òptim. En tots els casos, seran necessaris conèixer 6 paràmetres bàsics de la instal·lació descrits en l'apartat següent.

#### 3.4.1. Dades inicials:

**1. Dades de consum d'energia:** És imprescindible conèixer els consums d'energia diaris, així com la demanda màxima de potència de la instal·lació. En l'apartat 3.3 de la memòria ja ha estat descrita la introducció de consums.

**2. Voltatge de xarxa:** En quin país s'instal·larà el sistema i si el funcionament és monofàsic o trifàsic. S'ha dissenyat pensant en diferents tipus de voltatge de treball, així com si es treballa amb corrent monofàsic o trifàsic. La forma en què està classificat en el programa es mostra en la Taula 3.11 que es mostra a continuació:

PAÏSOS EUROPEUS			PAÏSOS AMERICANS		
Connexió	Voltatge	Freqüència	Connexió	Voltatge	Freqüència
Monofàsic	230V	50 Hz	Monofàsic	120V	60 Hz
Trifàsic	230/400V	50 Hz	Bifàsic <sup>1</sup>	120/240V	60 Hz
			Trifàsic	120/208V	60 Hz

Taula 3.11 Tipus de connexions i voltatges disponibles.

**3. Autonomia en dies de la bateria:** Aquest paràmetre correspon al percentatge d'energia que es vol cobrir amb energia solar. Aquest tipus d'instal·lacions, estan pensades per garantir una autonomia de bateries des de 0,4 dies a 2 dies, garantint l'abastiment elèctric encara que els mòduls solars no produeixin energia.

**4. Rendiment de la bateria:** Aquest paràmetre contempla les pèrdues existents en les bateries per culpa de la temperatura, l'estat d'ella o segons el fabricant. En el programa s'ha utilitzat com a coeficient de seguretat o de dimensionament.

---

<sup>1</sup> Dues fases. Tipus de connexió, on es connecten les càrregues elèctriques entre fase i fase. Utilitzat en alguns països de sud-americà com Costa Rica.



**5. Profunditat de descàrrega de les bateries:** Aquest paràmetre, dependrà principalment de l'ús d'elles. Així com les condicions marcades pel fabricant. Per allargar la vida útil de les bateries es recomana utilitzar profunditats de descàrrega no superiors al 60%.

**6. Generadors d'energia:** En cas d'existir un grup de generació elèctrica, és necessari conèixer la potència que disposa. En cas que no es disposi de grup electrogen, sabent els consums i la potència màxima de consum que necessita la instal·lació es dimensiona en funció d'ella. Es dimensiona perquè com a mínim sigui capaç d'aportar tota l'energia necessària en cas de no haver-hi producció fotovoltaïca i no hi ha hagut energia emmagatzemada en les bateries, per tal que la instal·lació no s'aturi en cap moment.

### 3.4.2. Metodologia de dimensionament:

#### 3.4.2.1. Inversors d'aïllada:

La selecció de l'inversor d'aïllada s'ha realitzat a partir de la potència màxima de consum de la instal·lació. Així com el voltatge de xarxa del sistema i el tipus de connexió, trifàsica o monofàsica.

Per fer l'elecció s'utilitza l'equació 1 següent:

$$\text{Quantitat d'inversors} = \frac{P_{m\grave{a}x}}{P_{30}} \quad (eq. 1)$$

On :  $P_{m\grave{a}x}$  = Potència màxima de consum de la instal·lació. [kW]

$P_{30}$  = Potència que pot subministrar l'inversor emprat durant 30 minuts. [kW]

En cas d'un sistema monofàsic un cop utilitzada la fórmula, s'arrodoneix al nombre enter immediatament superior per obtenir el número d'equips Sunny Island a instal·lar.

En cas d'un sistema trifàsic, el nombre d'equips es determinen també a partir de la potència durant 30 minuts, no obstant el resultat s'arrodoneix al següent nombre superior divisible per 3. Aquesta és l'única forma de distribuir els inversors de forma simètrica entre les fases.



Per comprendre l'explicació anterior en Taula 3.12 es mostra un exemple amb una potència màxima de 20kW.  $P_{m\grave{a}x} = 20\text{kW}$ .

	SMA Sunny Island 6.0H	SMA Sunny Island 8.0H
Monofàsic	$\frac{P_{m\grave{a}x}}{P_{30}} = \frac{20}{6} = 3.33 \approx 4 \text{ inversors}$	$\frac{P_{m\grave{a}x}}{P_{30}} = \frac{20}{8} = 2.5 \approx 3 \text{ inversors}$
Trifàsic	$\frac{P_{m\grave{a}x}}{P_{30}} = \frac{20}{6} = 3.33 \approx 6 \text{ inversors}$	$\frac{P_{m\grave{a}x}}{P_{30}} = \frac{20}{8} = 2.5 \approx 3 \text{ inversors}$

Taula 3.12 Exemple de dimensionament d'inversors d'aïllada.

En l'exemple de la Taula 3.12, s'observa com tant en monofàsic com trifàsic resulta més adient instal·lar 3 inversors SMA Sunny Island 8.0H, ja que es satisfà la mateixa demanada de potència amb el mínim d'inversors possibles.

### 3.4.2.2. Bateries:

Per dimensionar la capacitat s'utilitza l'equació 2 que dependrà de:

- D = Autonomia en dies.
- Ca = Consum anual.
- $\eta_{bat}$  = El rendiment mitjà de la bateria durant la descàrrega (aprox. 90%)
- DOD = La profunditat de descàrrega de la bateria. (Amb angles DOD: "Depth Of Discharge").

$$Capacitat [kWh] = \frac{D \cdot \frac{C_a}{365}}{\eta_{bat} \cdot DOD} \quad (eq. 2)$$

$$Capacitat [Ah] = Capacitat [kWh] \cdot \frac{1000}{Voltatge \text{ bateria}} \quad (eq. 3)$$

El resultat d'aplicar les equacions 2 i 3 obté un valor de capacitat de bateria. La bateria que s'ha d'utilitzar és la primera de les bateries del catàleg emprat immediatament superior.

En cas que no es disposi d'una bateria amb una capacitat prou elevada, es combinen dos grups de bateries en paral·lel per obtenir les capacitats desitjades.

En cas que combinant 2 grups de bateries en paral·lel no es disposi de suficient capacitat, el software adverteix mostrant el missatge "Més de 2 grups en paral·lel". Si s'obté aquest resultat, s'ha de replantejar el sistema des de l'inici perquè combinar més de 2 grups de bateries en paral·lel resulta tècnicament i econòmicament inviable.

### 3.4.3. Dimensionament final:

Un cop descrits els paràmetres a introduir i els càlculs que realitza el software es pot comprovar amb la Taula 3.13 i la Taula 3.14 com s'introdueixen les dades i quins resultats s'obtenen.

**Llista desplegable:** Selecció dels països i voltatge de xarxa.

**Introduir:** Potència del grup en kVA i el factor de potència del grup.

Criteris de disseny nova instal·lació		Dades instal·lació actual	
Països (Europeus/Americans):	Europa	Potència grup electrogen [kVA]:	30
Voltatge de xarxa [V]:	230/400	Factor de potència:	0,8
Autonomia [dies]:	0,50	Potència grup electrogen [kW]:	24
Rendiment bat./Coef. Temp.:	85%	Consum anual [kWh]:	92760,773
Profunditat de descàrrega:	50%	Potència màxima de consum [kW]:	20,858

**Taula 3.13** Introducció de dades pel dimensionament.

**Introduir:** Autonomia. Rendiment. Profunditat de descàrrega.

**Llista desplegable:** Selecció del panell ha utilitzar.

Solució final			
Inversor aïllada:	Model:	SMA Sunny Island 8.0H	
	Nº inversors:	x 3 inversors	x 1 cluster
	Multicluster:	NO	-
	Pot. màx 30 min [kW]:	24	
Bateries:	Model:	BAE 17PVV 3230 Solar Ppol	
	Capacitat:	3260 Ah	156 kWh
	Nº bateries:	48	
	Distribució:	24 en serie	2 en paral·lel
	Potència instal·lació FV [kWp]:	56,25	
Inversor FV:	Model:	SMA Sunny Tripower 25000 TL-30	
	Potència total [kW]:	50	
	Potència inversor [kW]:	25	
	Nº inversors:	2	
Panells:	Model:	REC 250	
	Descripció:	250 Wp	PANEL·L POLICRISTAL·LÍ
	Nº panells:	225	

**Taula 3.14** Dimensionament final.

Un cop obtingut el dimensionament final, amb l'ajuda de les cobres de simultaneïtat de cada mes explicades en l'apartat 3.6 de la memòria, es poden acabar de realitzar uns últims ajustos en cas que sigui necessari.

Un dels ajustos més freqüents a realitzar, és la variació de la bateria a utilitzar. Per fer-ho s'utilitza la metodologia descrita en la Taula 3.15.

D'altra banda, un altre ajust habitual sol ser augmentar o disminuir la producció solar fotovoltaica, com s'explica en l'apartat 3.5.1

0 Ah	0 Ah
48	
24 en serie	2 en paral·lel
Seleccionar nova bateria	
Seleccionar nova bateria	
BAE 26PVV 4940 Solar Ppol	
BAE 24PVV 4560 Solar Ppol	
BAE 20PVV 3800 Solar Ppol	
BAE 19PVV 3610 Solar Ppol	
BAE 18PVV 3420 Solar Ppol	
BAE 17PVV 3230 Solar Ppol	
BAE 16PVV 3040 Solar Ppol	

**Taula 3.15** Adaptació de la bateria a utilitzar.

### 3.5. Distribució de l'energia:

En aquest apartat, s'explica la distribució de l'energia horària que realitza el software.

#### 3.5.1. Dades inicials, producció i consum:

Per poder realitzar la distribució de l'energia es necessita les dades de producció i de consum. Així com la capacitat de bateria disponible, la potència del grup electrogen i el percentatge de càrrega que realitza el grup.

Paràmetres de dimensionament	
Potència fotovoltaica instal·lada:	56 kWp
Capacitat bateria:	Real 313 kWh
	De càlcul 156 kWh
Potència grup electrogen:	24,00 kW
Percentatge de càrrega del grup:	70%

**Llista desplegable:** Selecció de potència fotovoltaica instal·lada.

**Dades extretes de l'apartat 3.4**

**Introduir:** Percentatge de càrrega del grup.

Taula 3.16 Paràmetres de dimensionament.

La potència fotovoltaica instal·lada, s'elegeix utilitzant una llista desplegable de diferents potències, de 11,25, 22,5, 56,25, 78,75 i 112,5 kilowatts pic de potència. Amb aquesta potència s'extreu Taula 3.17 en funció d'ella.

Aquesta taula s'ha realitzat per la ciutat de Lleida amb una inclinació de 25º i 0º azimuth d'orientació utilitzant el programa de dimensionament de camps fotovoltaics de l'empresa Kataè Energia S.L. En cas de voler realitzar altres taules amb diferents zones, inclinació i orientació, s'han de realitzar prèviament i introduir-les al programa.

	Producció solar (kWh)																							
	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Gener	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	9,9	16,0	22,0	25,0	25,0	22,0	16,0	9,9	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Febrer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	14,0	21,0	27,0	31,0	31,0	27,0	21,0	14,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Març	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	9,8	18,0	26,0	32,0	36,0	36,0	32,0	26,0	18,0	9,8	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	12,9	22,0	30,0	36,0	39,0	39,0	36,0	30,0	22,0	13,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maig	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	14,9	23,0	31,0	37,0	41,0	41,0	37,0	31,0	23,0	15,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Juny	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	7,6	15,8	24,0	32,0	38,0	41,0	41,0	38,0	32,0	24,0	16,0	7,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Juliol	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	15,6	24,0	32,0	38,0	41,0	41,0	38,0	32,0	24,0	16,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agost	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	13,9	23,0	31,0	37,0	40,0	40,0	37,0	31,0	23,0	14,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	11,1	20,0	28,0	34,0	37,0	37,0	34,0	28,0	20,0	11,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Octubre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	16,0	23,0	29,0	33,0	33,0	29,0	23,0	16,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	11,0	18,0	24,0	27,0	27,0	24,0	18,0	11,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Desembre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	9,0	15,0	20,0	23,0	23,0	20,0	15,0	9,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 3.17 Producció solar horària.

La Taula 3.18 de consum horaris de la instal·lació, s'extreu de la Taula 3.5 i la Taula 3.9, en funció de l'entrada de dades de consum realitzada, seguint els passos descrits en l'aparat 3.3 de la memòria.

Consum horari en (kWh)																								
	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Gener	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	10,4	12,6	20,9	11,7	4,8	2,6	14,0	14,0	7,1	2,6	9,5	9,5	11,7	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9
Febrer	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	10,4	12,6	20,9	11,7	4,8	2,6	14,0	14,0	7,1	2,6	9,5	9,5	11,7	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9
Març	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	10,4	12,6	20,9	11,7	4,8	2,6	14,0	14,0	7,1	2,6	9,5	9,5	11,7	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9
Abril	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	10,6	9,1	7,8	5,6	8,4	8,4	8,4	6,9	5,6	5,6	7,1	18,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9
Maig	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	10,6	9,1	7,8	5,6	8,4	8,4	8,4	6,9	5,6	5,6	7,1	18,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9
Juny	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	10,6	9,1	7,8	5,6	8,4	8,4	8,4	6,9	5,6	5,6	7,1	18,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9
Juliol	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	10,6	9,1	7,8	5,6	8,4	8,4	8,4	6,9	5,6	5,6	7,1	18,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9
Agost	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	10,6	9,1	7,8	5,6	8,4	8,4	8,4	6,9	5,6	5,6	7,1	18,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9
Setembre	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	10,6	9,1	7,8	5,6	8,4	8,4	8,4	6,9	5,6	5,6	7,1	18,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9
Octubre	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	10,4	12,6	20,9	11,7	4,8	2,6	14,0	14,0	7,1	2,6	9,5	9,5	11,7	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9
Novembre	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	10,4	12,6	20,9	11,7	4,8	2,6	14,0	14,0	7,1	2,6	9,5	9,5	11,7	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9
Desembre	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	10,4	12,6	20,9	11,7	4,8	2,6	14,0	14,0	7,1	2,6	9,5	9,5	11,7	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9

Taula 3.18 Consums horaris

D'altra banda, el percentatge de càrrega del grup, és un paràmetre que indica el nivell màxim de càrrega de la bateria que es pot assolir amb el grup electrogen. Quan el grup electrogen s'engega, les bateries disposen de poca capacitat, i per evitar l'encesa i apagada d'aquest, es manté engegat fins que les bateries arriben al percentatge de càrrega del grup. En funció dels usos, la instal·lació i l'usuari aquest paràmetre variarà, no obstant se sol utilitzar un percentatge de càrrega variable d'entre un 65% i 90%.

### 3.5.2. Gestió de les bateries:

Les bateries són uns dels elements principals de les instal·lacions híbrides. És per això que s'ha cregut convenient realitzar l'evolució de les bateries hora a hora. Per poder comprovar errors en la instal·lació o de dimensionament. En la Taula 3.19 es mostra l'ús de les bateries cada hora.

Destacar: Color vermell, consum de bateria

Destacar: Color verd, carga de bateria

Bateries (kWh)																										
	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00		
Gener	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	- 8,1	- 13,6	- 11,4	- 3,1	- 15,9	- 29,1	- 37,4	- 8,0	- 11,0	- 4,7	-	-	-	8,1	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9	
Febrer	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	- 13,6	- 11,4	- 3,1	- 18,8	- 33,2	- 42,4	- 13,0	- 17,0	- 2,7	-	-	-	-	5,2	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9	
Març	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	- 13,6	- 11,4	- 5,6	- 22,0	- 37,2	- 47,4	- 12,2	-	-	-	-	-	-	1,9	10,1	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9	
Abril	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	5,6	- 3,8	- 14,2	- 24,4	- 27,6	- 30,6	- 30,6	- 12,8	-	-	-	-	13,3	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9	
Maig	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	3,9	- 5,7	- 15,2	- 25,4	- 28,6	- 32,6	- 32,6	- 0,4	-	-	-	-	11,6	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9	
Juny	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	5,8	3,0	- 6,7	- 16,2	- 26,4	- 29,6	- 32,6	- 26,5	-	-	-	-	-	10,7	17,9	12,5	12,5	10,3	8,9	
Juliol	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	3,4	- 6,4	- 16,2	- 26,4	- 29,6	- 32,6	- 28,4	-	-	-	-	-	11,1	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9	
Agost	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	4,8	- 4,8	- 15,2	- 25,4	- 28,6	- 31,6	- 31,6	- 5,2	-	-	-	-	12,5	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9	
Setembre	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	11,7	6,2	7,1	- 2,0	- 12,2	- 22,4	- 25,6	- 28,6	- 28,6	- 27,1	- 0,6	-	-	-	14,8	18,3	12,5	12,5	10,3	8,9	
Octubre	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	- 13,6	- 11,4	- 3,1	- 20,0	- 35,2	- 44,4	- 15,0	- 11,3	-	-	-	-	-	4,0	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9	
Novembre	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	- 8,1	- 13,6	- 11,4	- 3,1	- 16,8	- 30,2	- 39,4	- 10,0	- 8,7	-	-	-	-	7,2	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9	
Desembre	15,9	8,9	8,9	15,9	15,9	- 8,1	- 13,6	- 11,4	- 3,1	- 15,2	- 28,2	- 36,4	- 6,0	- 9,0	- 12,5	-	-	-	0,5	8,8	12,6	18,1	18,1	11,1	8,9	15,9

Taula 3.19 Ús horari de bateries

Un dels punts principals a controlar, és la capacitat disponible de les bateries en cada instant. En la Taula 3.20 es mostra la capacitat en kilowatts hora disponible en les bateries a cada hora del dia, en funció de la producció fotovoltaïca, la producció del grup generador i la demanda de consum elèctric.

Columna anterior el valor a les 0:00h del mateix mes.

Destacar: Color vermell, capacitat màxima de les bateries

Bateries acumulat - (kWh)																									
Ant.	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	
Gener	63,7	47,8	38,9	30,0	14,1	22,3	35,9	47,3	50,4	66,3	95,4	132,8	140,8	151,8	156,5	156,5	156,5	156,5	148,4	135,8	117,7	99,6	88,5	79,6	63,7
Febrer	66,6	50,7	41,8	32,9	17,0	1,2	14,8	26,2	29,3	48,1	81,4	123,8	136,8	153,8	156,5	156,5	156,5	156,5	151,3	138,7	120,6	102,5	91,4	82,5	66,6
Març	72,4	56,5	47,6	38,7	22,8	7,0	20,6	32,0	37,6	59,6	96,9	144,3	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	154,6	144,5	126,4	108,3	97,2	88,3	72,4	
Abril	80,8	71,9	62,9	54,0	45,1	36,1	24,4	18,2	12,6	16,3	30,5	54,9	82,5	113,1	143,7	156,5	156,5	156,5	156,5	143,2	124,9	112,4	100,0	89,7	80,8
Maig	82,5	73,6	64,6	55,7	46,8	37,8	26,1	19,9	16,0	21,7	36,9	62,3	90,9	123,4	156,0	156,5	156,5	156,5	156,5	144,9	126,6	114,1	101,7	91,4	82,5
Juny	83,8	74,9	65,9	57,0	48,1	39,1	27,4	21,6	18,6	25,2	41,4	67,8	97,4	130,0	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	145,8	127,9	115,4	103,0	92,7	83,8
Juliol	83,0	74,1	65,1	56,2	47,3	38,3	26,6	20,4	17,0	23,4	39,5	65,9	95,5	128,1	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	145,4	127,1	114,6	102,2	91,9	83,0
Agost	81,6	72,7	63,7	54,8	45,9	36,9	25,2	19,0	14,2	18,9	34,1	59,5	88,1	119,7	151,3	156,5	156,5	156,5	156,5	144,0	125,7	113,2	100,8	90,5	81,6
Setembre	79,3	70,4	61,4	52,5	43,6	34,6	22,9	16,7	9,6	11,5	23,7	46,1	71,7	100,3	128,9	155,9	156,5	156,5	156,5	141,7	123,4	110,9	98,5	88,2	79,3
Octubre	67,8	51,9	43,0	34,1	18,2	2,4	16,0	27,4	30,5	50,5	85,8	130,2	145,2	156,5	156,5	156,5	156,5	152,5	139,9	121,8	103,7	92,6	83,7	67,8	
Novembre	64,6	48,7	39,8	30,9	15,0	23,2	36,8	48,2	51,3	68,1	98,3	137,8	147,7	156,5	156,5	156,5	156,5	156,5	149,3	136,7	118,6	100,5	89,4	80,5	64,6
Desembre	62,5	46,6	37,7	28,8	12,9	21,1	34,7	46,0	49,2	64,4	92,6	129,0	135,0	144,0	156,5	156,5	156,5	156,0	147,2	134,5	116,5	98,4	87,3	78,4	62,5

Taula 3.20 Capacitat horària de les bateries

### 3.5.3. Gestió del grup generador:

Alguns mesos i dies de l'any, la producció fotovoltaïca és insuficient per abastir la demanda de consum elèctric. Quan això succeeix, s'activa un grup generador que produeix l'energia necessària per a la instal·lació.

Molts cops aquests grups disposen d'una potència superior a la necessària per al consum. Així doncs, la diferència entre la producció del grup i el consum s'emmagatzema a les bateries si aquestes estan descarregades i el grup, no s'aturarà fins que les bateries arribin al percentatge de descàrrega del grup, descrit anteriorment en l'apartat 3.5.1.

En la Taula 3.21 es mostra l'energia que aporta el grup a la instal·lació.

Grup (kWh)																								
	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
Gener	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Febrer	-	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Març	-	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juny	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembre	-	-	-	-	-	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 3.21 Producció horària del grup.

### 3.5.4. Gestió de l'excés de producció fotovoltaica:

L'excés de producció fotovoltaica, és un paràmetre que es vol evitar sempre que sigui possible. Una instal·lació fotovoltaica amb excés de producció, implica que hi ha hores de sol on es podria estar produint energia i no s'utilitza perquè no existeix consum elèctric suficient.

En la Taula 3.22 es mostra l'excés d'energia de la instal·lació dimensionada, es pot comprovar com la instal·lació disposa de grans excedents de producció. El dimensionament de la instal·lació no és el més òptim. Per solucionar-ho, s'ha de reduir la producció fotovoltaica o augmentar la capacitat de les bateries.

	Excés d'energia (kWh)																								
	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	
Gener	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2	19,4	6,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Febrer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,2	24,4	11,5	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Març	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,8	22,0	28,9	29,4	16,5	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,2	24,4	16,4	5,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Maij	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,6	25,4	17,4	7,9	-	-	-	-	-	-	-
Juny	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1	31,1	26,4	18,4	8,9	-	-	-	-	-	-	-
Juliol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	31,1	26,4	18,4	8,9	-	-	-	-	-	-	-
Agost	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,9	25,4	17,4	6,9	-	-	-	-	-	-	-
Setembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,8	14,4	3,9	-	-	-	-	-	-	-
Octubre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7	25,9	26,4	13,5	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Novembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	19,9	21,4	8,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Desembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	17,4	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 3.22 Excés d'energia

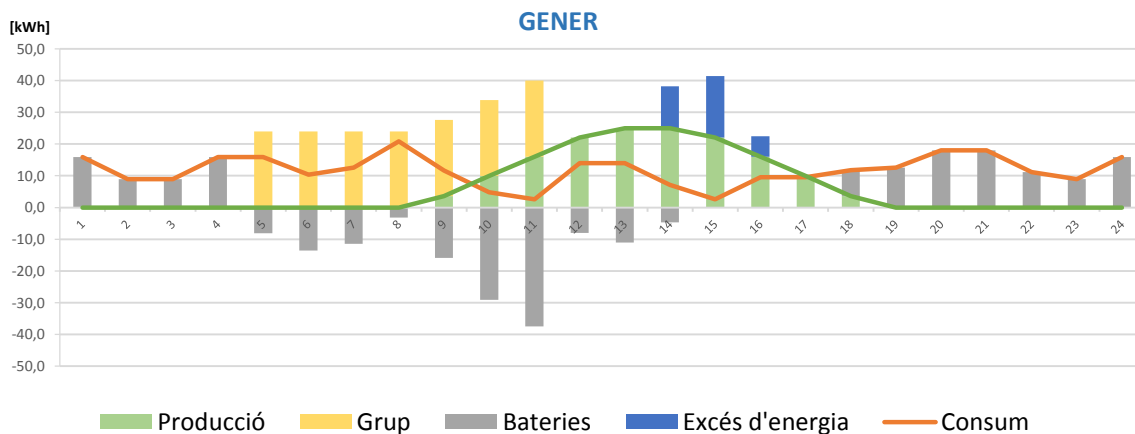
Considerant un consum elèctric constatat durant l'any, els excessos de producció solar, en cas d'existir, sempre es donaran en els mesos i hores amb més radiació solar.

### 3.5.5. Balanç d'energia:

Per últim, per tal de comprovar el bon funcionament del software, es realitza un balanç d'energia anual i es comprova l'aportació de cada element a la instal·lació, visualitzant així algun defecte en el dimensionament, alguna possible millora i el percentatge d'ús dels elements. En cas que el balanç energètic no sigui correcte, el software t'adverteix amb un missatge d'error.

### 3.6. Corbes de simultaneïtat:

Una important eina gràfica i de simulació que incorpora el software, són les corbes de simultaneïtat, una per cada mes. Un exemple d'aquestes corbes, es mostra en el Gràfic 3.1 corresponent a un dia aleatori del mes de gener. Realitzen una comparativa horària entre, l'energia produïda pel camp fotovoltaic, l'energia produïda pel grup electrogen, l'energia aportada per les bateries, el consum elèctric i l'excés d'energia.



**Gràfic 3.1** Corbes de simultaneïtat en un dia del mes de gener.

Les primeres conclusions que es poden extreure del Gràfic 3.1, són les següents:

**Producció:** Les corbes de producció segueixen la distribució de producció solar esperada variable en funció de l'hora del dia.

**Consum:** Diferents en totes les instal·lacions, en funció dels hàbits de consums horaris i la potència dels elements instal·lats.

**Grup:** El grup electrogen, s'activa quan no es disposa de suficient càrrega de bateries per abastir la instal·lació. Es pot comprovar com la producció del grup és superior a la necessària pel consum i a més a més, les bateries es carreguen amb l'excés de producció del grup electrogen.

**Bateries:** Les bateries aporten energia al sistema en cas de necessitar o es carreguen quan hi ha excés de producció ja sigui degut al camp fotovoltaic o al grup electrogen. Per interpretar millor l'ús de les bateries, s'han considerat positives quan es descàrrega i negatives quan es carrega.

**Excés d'energia:** L'excés d'energia quantifica l'energia de producció fotovoltaica que no s'està utilitzant perquè les bateries estan carregades al màxim.



### 3.7. Pressupost:

El pressupost és un dels apartats més importants en qualsevol projecte d'enginyeria. Consisteix a fer un càlcul anticipat del que costarà de fer una obra o instal·lació en un període de temps determinat.

El pressupost model que es mostra en la Taula 3.24 de la pàgina 50 contempla 5 partides econòmiques clarament diferenciades:

1. **Enginyeria i tramitacions:** Aquesta partida pressupostaria comptabilitza el cost de les tramitacions i la gestió dels permisos necessaris per a l'execució de l'obra. És una partida molt variable en funció del país, la zona d'instal·lació i la dificultat administrativa per realitzar-ho. En el pressupost creat és un valor que s'estimarà per cada projecte en concret.
2. **Material fotovoltaic:** En la majoria dels casos, aquesta partida és la que gaudeix d'un cost més elevat. Ja que contempla el cost de tots els elements fotovoltaics, panells, bateries, inversors i en cas de ser necessari, el multicluster i el grup electrogen.

El terme d'aquesta partida es realitza automàticament com es pot visualitzar a la Taula 3.23. El software disposa d'una base de dades completa amb el preu de venda de tots els elements implementats en el software. Realitza l'elecció automàtica del preu en funció de l'element a instal·lar.

Concepte	Model	Descripció	Unitats	preu/unitat	TOTAL
Inversor aïllada	SMA Sunny Island 8.0H	Inversor de bateries bidireccional para uso aislado, 6000 W salida: 230 V AC / 50 Hz, 48 V -20-+50º.	3	4.177,00 €	12.531,00 €
Sistema d'acumulació amb bateries	BAE 17PVV 3230 Solar Ppol	Baterias estacionarias. Sin mantenimiento. 2V 3260 Ah (C100).	48	1.185,00 €	56.880,00 €
Panells	REC 250	Panell policristal·lí de 250Wp	56250 Wp	0,60 €	33.750,00 €
Inversors FV	SMA Sunny Tripower 25000 TL-30	P nominal : 25000 W 2 entradas MPP IP 65 Webconnect incluido.	2	4.795,00 €	9.590,00 €
Multicluster		#N/A	0	#N/A	- €
Grup					
					<b>112.751,00 €</b>

**Introduir:** Si s'instal·la un grup introduir característiques i preu.

**Taula 3.23** Càlcul partida pressupostaria referent al material fotovoltaic.



3. **Execució de l'obra:** Contempla el cost de l'estructura, el cost del cablejat elèctric, el cost de les proteccions i el muntatge de la instal·lació. En funció del tipus d'instal·lació, pot ser una partida del pressupost elevada. El software no realitza el càlcul automàtic a causa de la variància existent entre totes les instal·lacions, s'ha cregut inoportú implementar-ho.
4. **Assessorament i seguiment de l'obra:** Aquesta partida contempla la direcció d'obra així com els permisos per la legalització de la instal·lació. Variable en funció de la instal·lació i el director d'obra.
5. **Altres:** Aquesta partida pressupostaria, conté la despesa que comporta la realització d'un pla de Seguretat i Salut i la partida de maquinària en cas de ser necessària. Així com els extrems que es poden incorporar en tota instal·lació fotovoltaïca de telemonitorització, gestió i control. En el software s'introdueix el valor d'aquesta partida calculat prèviament.

L'accés a teulada, seguint el criteri de l'empresa Kataë Energia S.L., no es contempla en el pressupost. Es considera una despesa extra, fora de la instal·lació fotovoltaïca. Ja que es considera altament variable en funció de la coberta, l'estat de l'edifici i l'emplaçament. Val a dir però, que en la majoria de casos, sol ser una despesa petita en comparació al cost total de la instal·lació.

Finalment, un cop comptabilitzades les diferents partides pressupostàries, es realitza la suma total i s'afegeix un import extra del 21% d'IVA amb el que estan gravades aquests tipus d'instal·lacions.



Energia en la seva millor forma

Complex de la Caparrella, 97  
Edifici CEEI 2 - 25192 Lleida  
Telèfon: 973 21 46 17  
katae@katae.es

PRESSUPOST INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

Valor de cada partida pressupostaria.

Data: 26-Jun-15  
Codi Projecte: SFV15015  
Nº Oferta: SFV15015.1

Concepte	Descripció	
<b>1. ENGINYERIA I TRAMITACIONS</b>		
ENGINYERIA I TRAMITACIONS	- Projecte visat i gestió dels permisos amb l'Ajuntament i administració.	
<b>2. MATERIAL FOTOVOLTAIC</b>		
PANELS FOTOVOLTAICS		
ONDULADORS	1 ondulador/s trifàsic de 20 kWn. 3 ondulador/s allada de 6 kWn.	
BATERIES	Sistema d'acumulació amb bateries BAE 17PVV 3230 Solar Pool	
GESTOR ENERGÈTIC	Gestor energètic per la distribució d'energia.	
<b>3. EXECUCIÓ OBRA</b>		
ESTRUCTURA	Subministre i muntatge de carrils i esous dres	
MUNTATGE PANELS	Muntatge dels panells sobre l'estructura.	
MATERIA ELÈCTRIC	- Cablejat i material elèctric necessari per a la interconnexió. - Caixa de proteccions DC; inclou: fusibles de línia proteccions de les pujades de tensió. - Caixa de proteccions AC; inclou: magnetotèrmic general trifàsic, magnetotèrmic monofàsic per a la càrrega de l'ondulador, diferenciació i trifàsic i protector contra de les pujades de tensió.	
INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	Instal·lació elèctrica.	
<b>4. ASSESSORAMENT EN ENERGÈTIC I SEGUIMENT D'OBRA</b>		
DIRECCIÓ D'OBRA	Direcció d'Obra Facultativa: - Assumeix la direcció d'obra visada. - Coordinació de Seguretat i Salut. - Certificat final d'obra. - Dossier final d'obra amb la memòria de la instal·lació i ús.	
LEGALITZACIÓ	- Obtenció de la certificació i legalització per part d'Indústria.	
<b>5. ALTRES</b>		
TELEMONITORIZACIÓ	- Cablejat i extres per a la telemonitorització.	
SEGURETAT I IMPREVISTOS	- Partida Seguretat i Salut. - Partida Lloguer de maquinària.	
ACCÉS A TEULADA	- No inclòs	

Base Imposable	123.208,00 €
% IVA	21%
Quote IVA	25.872,63 €
<b>TOTAL OFERTA</b>	<b>149.075,63 €</b>

Taula 3.24 Fulla de pressupost.

### 3.8. Amortització:

L'amortització indica el temps que es tarda a recuperar el capital invertit gràcies a l'estalvi energètic produït. Aquest paràmetre variarà en funció del tipus d'instal·lació i l'eficiència i qualitat dels elements que s'utilitzin. Així com el preu dels elements a instal·lar, la mà d'obra i la maquinària necessària per la instal·lació i manteniment.

Actualment, els instal·ladors i productors d'energia solar fotovoltaica, estimen una amortització mitjana d'entre 3 i 6 anys pels sistemes híbrids d'energia fotovoltaica combinat amb grups dièsel. Una amortització molt curta tenint en compte que la vida útil de la instal·lació fotovoltaica s'estima de 30 anys.

Per realitzar un càlcul més acurat de l'amortització s'han actualitzat tots els valors anualment seguint la inflació dels preus dels productes, la inflació del preu del combustible, les pèrdues de rendiment, els costos de manteniments i altres costos possibles com són el canvi de les bateries, al final de la seva vida útil. La forma d'entrar aquestes dades, es mostra en la Taula 3.25.

DADES INICIALS		DADES NOU SISTEMA	
Consum anual:	98361 kWh	Producció solar anual:	94078 kWh
Consum grup:	2,9 kWh/L	Autoconsum solar anual:	15019 kWh
		Ús de bateries:	57026 kWh
		Ús del grup:	26316 kWh
		Cost inicial instal·lació:	149.075,63 €
		Cost inicial bateries:	56.880,00 €
		Pèrdua de producció dels panells:	-0,81%
		Pèrdua de producció de bateries:	-1,14%

DADES ECONÒMIQUES	
Preu gasoil:	0,86 €/L
IPC anual:	-0,40%
Inflació preu gasoil:	2,5%
Manteniment anual:	3,50%

**Taula 3.25** Dades d'entrada pel càlcul de l'amortització.

Per fer l'actualització del valor del preu del diner, així com les pèrdues de rendiment dels equips tenint en compte els valors de la Taula 3.25, s'ha utilitzat la fórmula de l'interès simple (eq.4):

$$VF = VA \cdot (1 + n \cdot i) \quad (eq. 4)$$

On: VF=Valor futur.  
VA=Valor actual.  
n=Temps transcorregut en anys.  
i=Taxa d'interès anual.

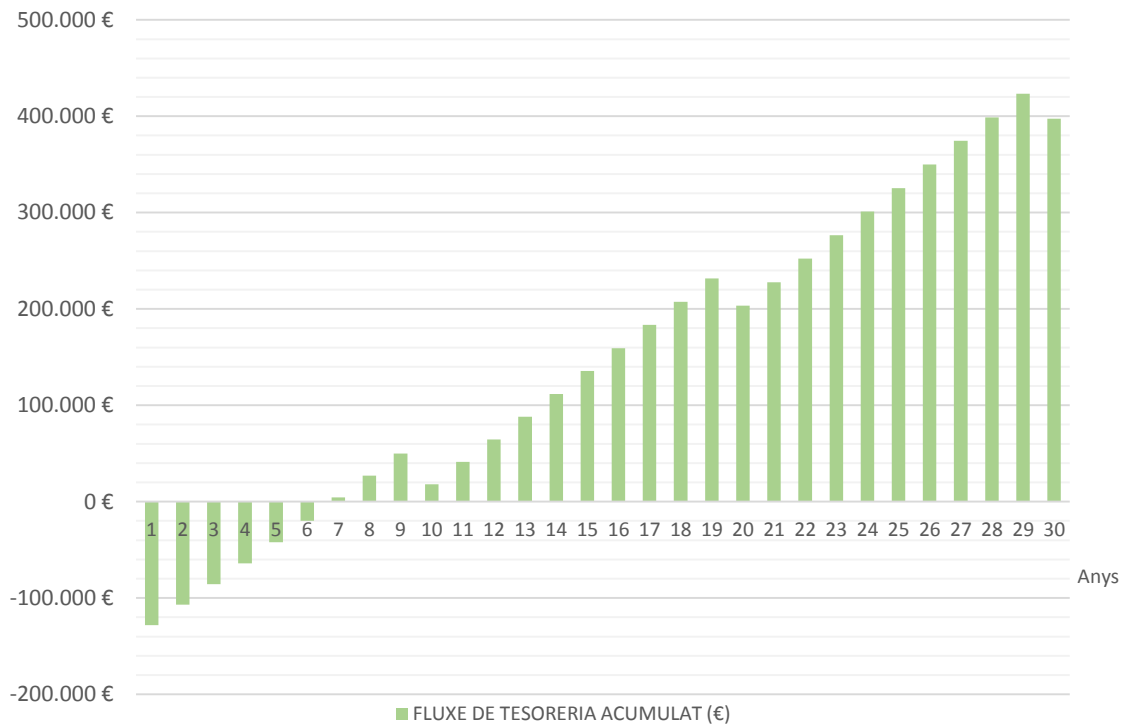
En la Taula 3.26 es mostra el còmput detallat per trobar un valor d'amortització en anys. En aquest exemple surt una amortització bastant elevada de 6,7 anys, tenint en compte que un valor adequat es considera si esta entre 3 i 6 anys.

Any	ESTAT ACTUAL			AMB INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA									RENDIMENT ECONÒMIC		Any	
	Demanda Energètica		Costos	Aportació energètica			Estalvi			Cost elèctric anual (€)	Costos			Estalvi (€)		Amortització
	Consum elèctric anual (kWh)	Consum de gasoil anual (L)	Cost elèctric anual (€)	Autoconsum solar anual (kWh)	Ús de bateries anual (kWh)	Producció útil anual (kWh)	Estalvi autoconsum anual (€)	Estalvi bateries anual (€)	Estalvi total (€)		Manteniment anual (€)	Altres (€)	Cost FV anual (€)			
0												0		-149.075,63 €	0	
1	98360,7725	34512,43	29834,06	15018,74	57026,03	72044,77	4555,37	17296,71	21852,09	7981,97	400,00 €	400	21452,09	-127.623,54 €	1	
2	98360,7725	34512,43	30593,17	14897,84	56378,78	71276,63	4633,68	17535,51	22169,19	8423,99	414,00 €	414	21755,19	-105.868,36 €	2	
3	98360,7725	34512,43	31352,29	14776,94	55731,54	70508,48	4710,12	17764,31	22474,43	8877,86	428,00 €	428	22046,43	-83.821,93 €	3	
4	98360,7725	34512,43	32111,40	14656,04	55084,29	69740,33	4784,69	17983,12	22767,81	9343,59	442,00 €	442	22325,81	-61.496,12 €	4	
5	98360,7725	34512,43	32870,51	14535,14	54437,05	68972,19	4857,40	18191,94	23049,34	9821,17	456,00 €	456	22593,34	-38.902,78 €	5	
6	98360,7725	34512,43	33629,62	14414,24	53789,80	68204,04	4928,24	18390,77	23319,01	10310,61	470,00 €	470	22849,01	-16.053,77 €	6	
7	98360,7725	34512,43	34388,73	14293,34	53142,56	67435,89	4997,21	18579,61	23576,83	10811,90	484,00 €	484	23092,83	7.039,06 €	7	
8	98360,7725	34512,43	35147,84	14172,44	52495,31	66667,75	5064,32	18758,46	23822,78	11325,06	498,00 €	498	23324,78	30.363,84 €	8	
9	98360,7725	34512,43	35906,95	14051,54	51848,07	65899,60	5129,56	18927,32	24056,89	11850,07	512,00 €	512	23544,89	53.908,73 €	9	
10	98360,7725	34512,43	36666,06	13930,63	51200,82	65131,46	5192,94	19086,19	24279,13	12386,93	526,00 €	526	23753,13	77.661,86 €	10	
11	98360,7725	34512,43	37425,18	13809,73	50553,58	64363,31	5254,45	19235,07	24489,52	12935,66	540,00 €	540	23917,28	-30427,76	11	
12	98360,7725	34512,43	38184,29	13688,83	49906,33	63595,16	5314,09	19373,96	24688,05	13496,23	554,00 €	554	24134,05	71.368,16 €	12	
13	98360,7725	34512,43	38943,40	13567,93	49259,08	62827,02	5371,87	19502,86	24874,73	14068,67	568,00 €	568	24306,73	95.674,88 €	13	
14	98360,7725	34512,43	39702,51	13447,03	48611,84	62058,87	5427,78	19621,77	25049,55	14652,96	582,00 €	582	24467,55	120.142,43 €	14	
15	98360,7725	34512,43	40461,62	13326,13	47964,59	61290,72	5481,83	19730,68	25212,51	15249,11	596,00 €	596	24616,51	144.758,94 €	15	
16	98360,7725	34512,43	41220,73	13205,23	47317,35	60522,58	5534,01	19829,61	25363,62	15857,11	610,00 €	610	24753,62	169.512,56 €	16	
17	98360,7725	34512,43	41979,84	13084,33	46670,10	59754,43	5584,32	19918,55	25502,87	16476,98	624,00 €	624	24878,87	194.391,42 €	17	
18	98360,7725	34512,43	42738,95	12963,43	46022,86	58986,29	5632,77	19997,49	25630,26	17108,69	638,00 €	638	24992,26	219.383,68 €	18	
19	98360,7725	34512,43	43498,06	12842,53	45375,61	58218,14	5679,35	20066,45	25745,80	17752,27	652,00 €	652	25093,80	244.477,48 €	19	
20	98360,7725	34512,43	44257,18	12721,63	44728,37	57449,99	5724,06	20125,41	25849,48	18407,70	666,00 €	666	25183,48	269.660,96 €	20	
21	98360,7725	34512,43	45016,29	12600,72	44081,12	56681,85	5766,91	20174,39	25941,30	19074,99	680,00 €	680	25261,30	294.922,25 €	21	
22	98360,7725	34512,43	45775,40	12479,82	43433,88	55913,70	5807,89	20213,37	26021,27	19754,13	694,00 €	694	25340,13	320.183,54 €	22	
23	98360,7725	34512,43	46534,51	12358,92	42786,63	55145,55	5847,01	20242,37	26089,38	20445,13	708,00 €	708	25381,38	345.444,83 €	23	
24	98360,7725	34512,43	47293,62	12238,02	42139,38	54377,41	5884,26	20261,37	26145,63	21147,99	722,00 €	722	25423,63	370.706,12 €	24	
25	98360,7725	34512,43	48052,73	12117,12	41492,14	53609,26	5919,64	20270,38	26190,03	21862,70	736,00 €	736	25454,03	395.967,41 €	25	
26	98360,7725	34512,43	48811,84	11996,22	40844,89	52841,11	5953,16	20269,41	26222,57	22589,27	750,00 €	750	25472,57	421.228,70 €	26	
27	98360,7725	34512,43	49570,95	11875,32	40197,65	52072,97	5984,81	20258,44	26243,25	23327,70	764,00 €	764	25479,25	446.489,99 €	27	
28	98360,7725	34512,43	50330,07	11754,42	39550,40	51304,82	6014,60	20237,48	26252,08	24077,98	778,00 €	778	25474,08	471.751,28 €	28	
29	98360,7725	34512,43	51089,18	11633,52	38903,16	50536,68	6042,52	20206,53	26249,05	24840,12	792,00 €	792	25457,05	497.002,57 €	29	
30	98360,7725	34512,43	51848,29	11512,62	38255,91	49768,53	6068,57	20165,60	26234,17	25614,12	806,00 €	806	25428,17	522.253,86 €	30	

**AMORTITZACIÓ: 6,70 Anys**

Taula 3.26 Taula d'amortització a 30 anys vista.

La visualització de la Taula 3.26, l'evolució de la inversió inicial i l'estalvi produït és mostra en el Gràfic 3.2 de manera clara i concisa visualitzant el moment en què es passa a recuperar la inversió, entre l'any 6 i 7. També es pot observar l'instant en què es preveuen realitzar els canvis de bateries de la instal·lació, als anys 11 i 22 és quan el gràfic produeix una baixada en el benefici obtingut.



**Gràfic 3.2** Flux de tesoreria acumulat en un període de 30 anys.

## 4. EXEMPLE DE DIMENSIONAMENT

### 4.1. Descripció i antecedents:

La nau on es vol instal·lar el sistema fotovoltaic híbrid, és una instal·lació ramadera dedicada a la cria i engreix d'aus avícoles. Situada a la població de Bellver d'Ossó de la comarca d'Urgell.

L'explotació únicament es subministra d'energia elèctrica que produeix el grup generador dièsel MWM Model D229-4 de 39kVA <sup>2</sup>de potència instal·lat en ella. Així doncs s'ha proposat fer l'estudi de viabilitat per la instal·lació de panells solars fotovoltaïcs i bateries d'emmagatzematge per reduir la despesa econòmica.

Les dades de la Taula 4.1 mostren la informació de partida subministrada pel client. A partir d'aquesta informació, extreta de les dades inicials s'ha de dimensionar la instal·lació.

Equips	Nº equips	Hores/dia	Observacions
Ventiladors 1Cv	14	Entre 9 i 15	S'obren a les hores de màxima calor. Simultàniament màxim 7 ventiladors.
Bombetes 11W	1200	24	Dividit en dos sectors iguals no simultanis.
Bomba aigua 1Cv	1	Entre 15 i 20	
Refrigerador	1	10	Refrigerador de cadàvers.
Motors pinso 1Cv	16	Entre 9 i 12	Enceses durant 4 min, màxim 1 motor simultàniament.
Altres equips 950W	1	Entre 9 i 10	Suma d'equips auxiliars disponibles.

Taula 4.1 Informació sobre els hàbits de consum.

<sup>2</sup> La fitxa tècnica del grup electrogen es pot consultar en l'annex 2, pàgina 78.

## 4.2. Dimensionament:

Utilitzant els software de disseny implementat i seguint els passos descrits en l'apartat 3 per la introducció de dades i la comprovació de resultats, s'obté un sistema trifàsic de clúster únic explicat en l'apartat 3.1.3. En l'annex 1 és mostra l'esquema elèctric de la instal·lació amb els equips dimensionats de forma adequada.

### 4.2.1. Mòduls fotovoltaïcs:

El mòdul fotovoltaïc emprat és el model REC250<sup>3</sup> del fabricant REC Solar amb una potència de 250Wp+5% de tolerància positiva. Aquests mòduls són de tipus policristal·lí i s'adapten a les característiques d'aquest projecte. Està fabricat amb materials d'alta qualitat i seguretat. Compleix totes les especificacions de qualitat i seguretat requerides als mòduls fotovoltaïcs. La tecnologia de fabricació d'aquest mòduls ha superat unes proves d'homologació estrictes per garantir una alta resistència a la intempèrie i un elevat aïllament entre les seves parts elèctricament actives i accessibles externament.

En la Taula 4.2 mostrada a continuació, s'observen diferents característiques tècniques referents al panell solar REC250<sup>3</sup>.

REC250 <sup>3</sup>			
Característiques físiques		Característiques elèctriques	
Amplada(mm)	991	Potència (Wp)	250
Alçada (mm)	1665	Corrent de curtcircuit (A)	8,86
Gruix (mm)	38	Corrent nominal (A)	8,3
Pes (kg)	18	Tensió en circuit obert (V)	37,4
		Tensió nominal (V)	30,2

Taula 4.2 Característiques tècniques mòduls solars REC250.

D'acord amb la solució proposada, el camp fotovoltaïc estarà format per 225 mòduls, amb una potència pic en condicions Standard total de 56.250 Wp i 50.000 W de potència nominal amb una superfície de captació solar d'aproximadament 375m<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> La fitxa tècnica dels mòduls solars emprats es pot consultar en l'annex 2, pàgina 70.



#### 4.2.2. Inversors de xarxa:

Els inversors transformen l'energia elèctrica DC provinent dels mòduls fotovoltaïcs i la converteixen en energia elèctrica AC. Aquests dispositius, adapten la tensió de sortida de l'inversor a la de la xarxa i garanteixen el manteniment de la corba sinusoidal.

Els inversors, aporten una garantia de seguretat per a les persones, ja que permeten la connexió i desconexió automàtica de la instal·lació fotovoltaïca en cas de perduda de tensió o freqüència de la xarxa elèctrica de consum.

A més, incorporen proteccions contra polaritzacions inverses, sobre tensions, curtcircuits i fallada d'aïllament, amb desconexió automàtica. Que garanteixen la seguretat de les persones i la instal·lació.

En la solució proposada, s'han utilitzat dos inversors SMA Sunny Tripower 25000 TL-30<sup>4</sup> del fabricant SMA Solar Technology, connectats individualment al conjunt dels mòduls fotovoltaïcs. Es tracta d'inversors trifàsics (400V) d'alt rendiment energètic. Amb les característiques mostrades en la Taula 4.3:

SMA Sunny Tripower 25000 TL-30 <sup>4</sup>	
<b>Alçada</b>	682 mm
<b>Amplada</b>	661 mm
<b>Fons</b>	264 mm
<b>Pes</b>	61 kg
<b>Tensió d'AC</b>	400V
<b>Potència nominal</b>	25.000 W
<b>Consum propi</b>	1 W (nocturn)
<b>Eficiència energètica</b>	Màxima 98,3%
<b>Grau de protecció</b>	IP 65
<b>Cond. Ambient: Temperatura</b>	-25 °C ... +60 °C
<b>Cond. Ambient: Humitat</b>	0% ... 100%
<b>Protecció contra sobretensions</b>	DC i AC

**Taula 4.3** Característiques tècniques de l'inversor SMA Sunny Tripower 2500 TL-30.

---

<sup>4</sup> La fitxa tècnica dels inversors de xarxa emprats es pot consultar en l'annex 2, pàgina 72.

### 4.2.3. Inversors d'aïllada:

Es projecta la instal·lació de 3 inversors d'aïllada SMA Sunny Island 6.0H<sup>5</sup> amb característiques mostrades en la Taula 4.4, seguint el sistema modular trifàsic de clúster únic format per un inversor mestre i dos esclaus. Es distribueixen equitativament els inversors entre les fases elèctriques per compensar-les i evitar el desfasament d'elles.

Els inversors d'aïllada projectats regulen l'equilibri entre l'energia injectada i l'energia consumida i estan equipats amb un sistema de gestió molt precís.

La gestió avançada de les bateries per part de l'inversor es basa en la determinació exacta de l'estat de càrrega en tot moment. Els equip Sunny Island 6.0H<sup>5</sup> ofereixen una exactitud de mesura superior al 95% evitant així una sobre càrrega i descàrrega completa de la bateria de forma segura.

La gestió del generador per part de l'inversor, permet connectar-lo i desconnectar-lo sense interrupcions, es realitza mitjançant un senyal d'arrencada i de parada.

La gestió de càrrega permet controlar el consum de la instal·lació. Si no hi ha suficient energia disponible per tots els equips consumidors l'inversor sol·licita la posada en marxa del generador elèctric dièsel. Si no hi ha cap generador o inclús havent-n'hi, l'energia és insuficient pel consum, l'inversor Sunny Island 6.0H<sup>5</sup>, com a mesura de protecció, desconnecta els equips consumidors.

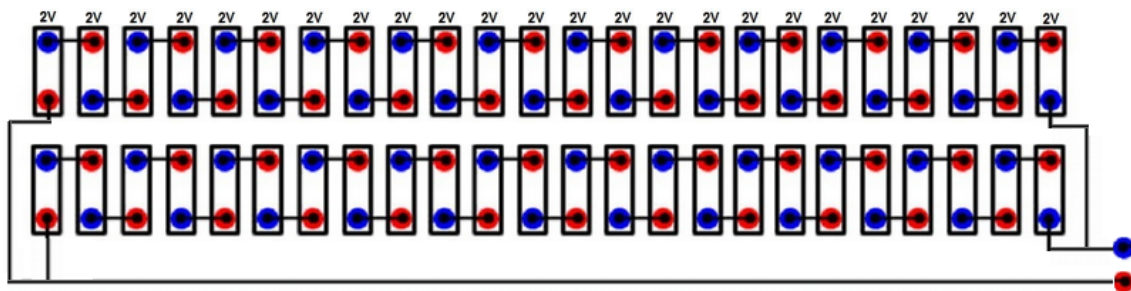
SMA Sunny Island 6.0H <sup>5</sup>	
<b>Alçada</b>	612 mm
<b>Amplada</b>	467 mm
<b>Fons</b>	242 mm
<b>Pes</b>	63 kg
<b>Tensió d'AC</b>	230 V
<b>Potència nominal</b>	4.600 W
<b>Potència AC a 25 °C durant 30 min</b>	6.000 W
<b>Eficiència energètica</b>	Màxima 95%
<b>Grau de protecció</b>	IP 54
<b>Cond. Ambient: Temperatura</b>	-25 °C ... +60 °C

Taula 4.4 Característiques tècniques de l'inversor SMA Sunny Island 6.0H

<sup>5</sup> La fitxa tècnica dels inversors d'aïllada emprats es pot consultar en l'annex, pàgina 74.

#### 4.2.4. Bateries:

Es proposa la instal·lació de 48 vasos de bateries de 2 volts, BAE 16PVV 3040 Solar Ppol C100Ah<sup>6</sup>. Connectat en dues series de 24 vasos cada sèrie amb una capacitat d'emmagatzematge total de 6.000Ah, com es mostra en l'esquema de la Il·lustració 4.1. Duplicant així la capacitat de la bateria i augmentant el voltatge a 48 V per igualar-lo al voltatge de treball de l'inversor d'aïllada Sunny Island 6.0H.



**Il·lustració 4.1** Esquema de connexió de les bateries.

Les bateries BAE 16PVV 3040 Solar Ppol C100Ah<sup>6</sup> són bateries estacionàries estanques i no necessiten reomplir-se al llarg de la seva vida útil, estan així lliures de manteniment. Les seves característiques principals es mostren en la Taula 4.5.

BAE 16PVV 3040 Solar Ppol C100Ah <sup>6</sup>	
<b>Alçada</b>	815 mm
<b>Amplada</b>	400 mm
<b>Fons</b>	156,2 mm
<b>Electròlit</b>	Àcid sulfúric amb una densitat de 1,24 kg / l ( 20 ° C ) , fixat com a gel de sílice de piròlisi .
<b>Grau de protecció</b>	IP 25
<b>Profunditat de descàrrega. DOD</b>	Màx. 80%
<b>Temperatura</b>	-20 °C a 45 °C

**Taula 4.5** Característiques tècniques bateries BAE 16PVV 3040 Solar Ppol.

<sup>6</sup> La fitxa tècnica del les bateries emprades es pot consultar en l'annex, pàgina 76.

### 4.3. Anàlisis de resultats:

En la Taula 4.6 es mostra una comparativa entre l'estat actual i l'estat previst amb la implantació del sistema híbrid.

En l'estat actual, hi ha un consum anual de gasoil aproximat de 30.161 litres que aproximadament són uns 87.469 kWh de consum elèctric. Instal·lant els nous equips fotovoltaïcs, es preveu cobrir 81.347 kWh de demanda de consum amb els nous equips. El camp fotovoltaïc té capacitat per produir més energia que la consumida, s'estima un excedent de producció de 7.730 kWh d'energia. Es tracta d'un aprofitament solar òptim del 91%.

DADES ENERGÈTIQUES	
<b>ESTAT ACTUAL</b>	
Consum anual de gasoil:	30.161,86 Litres
Potència grup elèctrogen:	40,0 kVA
Aproximació energia elèctrica consumida:	87.469,40 kWh
<b>ESTAT AMB INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA</b>	
Potència total instal·lada:	56,25 kWp
Potència nominal:	50,00 kW
Energia elèctrica generada:	89.078,18 kWh
Energia elèctrica utilitzada:	81.347,81 kWh
Energia elèctrica excedent:	7.730,38 kWh
Aprofitament solar:	91,32%
DADES ECONÒMIQUES	
<b>ESTAT ACTUAL</b>	
Cost elèctric anual:	27.944 €
<b>ESTAT AMB INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA</b>	
Cost elèctric anual previst: (*)	1.879 €
(*) S'inclouen els costos derivats de la instal·lació solar (manteniment...)	
Cost de la instal·lació:	121.233 €
ESTALVI ECONÒMIC	
<b>ESTAT AMB INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA</b>	
Estalvi energètic total:	26.065,36 €
Percentatge d'estalvi energètic total:	93,28%

**Taula 4.6** Comparativa entre l'estat actual i estat amb instal·lació híbrida. El cost elèctric actual és de 27.944€, amb la implementació del sistema híbrid, el cost previst és de 1.879€ produint un estalvi anual del 93.28% de 26.065€.



Com s'ha explicat en l'apartat 3.6 de la memòria les corbes de simultaneïtat són una eina de simulació i d'interpretació gràfica molt important en el dimensionament.

En les gràfiques mostrades en el Gràfic 4.1 de la pàgina 61 es mostren les corbes de simultaneïtat d'un dia aleatori de cada un dels mesos de l'any mostrant l'evolució de l'energia consumida i generada horàriament.

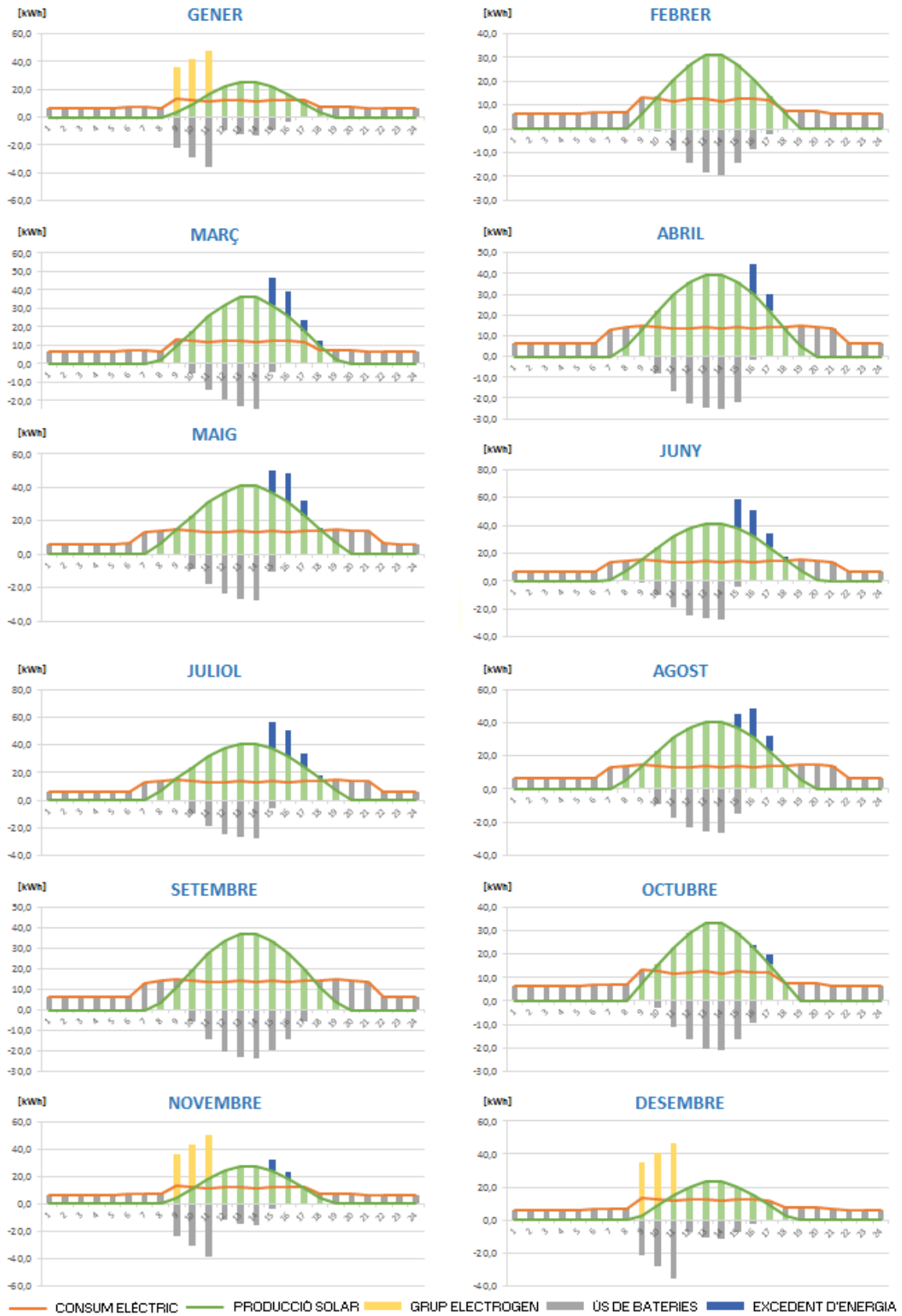
Una primera observació ha realitzar és que la instal·lació no disposa de grans pics de consum, sinó que roman constant durant el dia. Amb un consum d'energia elevat durant el matí i un consum reduït durant la nit.

L'ús de les bateries és constant, en tot moment estan en cicle de càrrega o descàrrega. Durant les hores on la producció solar és superior al consum elèctric, s'observa com les bateries emmagatzemen l'energia. Quan la producció solar és nul·la o és inferior al consum solar, s'observa com el sistema abasteix el consum gràcies a l'aportació energètica realitzada per les bateries.

D'altra banda, s'observa que els mesos en que el grup electrogen haurà de produir més energia són el mesos de Gener, Novembre i Desembre. Ja que, la producció d'energia solar serà insuficient per abastir la instal·lació ramadera. No obstant, en els mesos d'Abril, Maig, Juny, Juliol i Agost hi haurà més excés de producció, degut a l'elevada radiació solar.

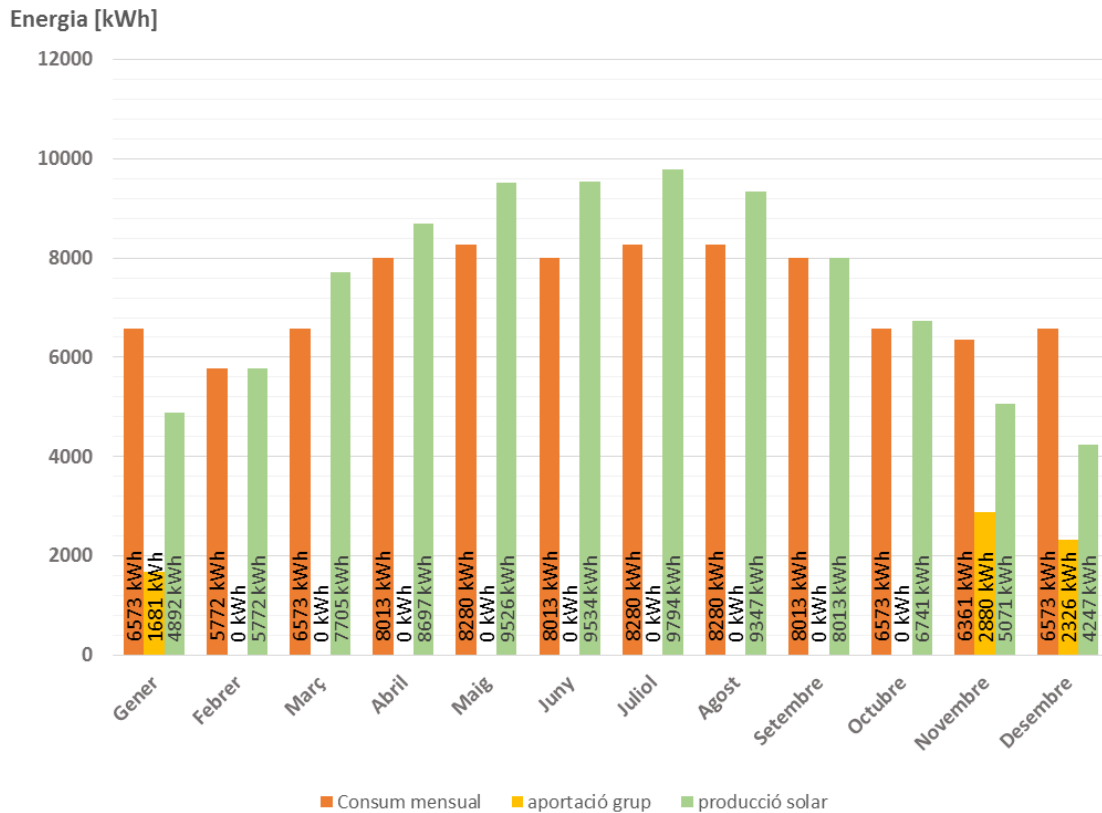
No obstant això, els mesos de Març, Octubre i Novembre també gaudeixen d'excés de producció. En el cas del Març i l'Octubre, succeeix perquè els consums energètics són lleugerament inferiors als mesos d'estiu, tot i gaudir d'una menor producció solar és suficient per abastir la demanda elèctrica. Per contra, el més de Novembre, disposa d'excés de producció degut a l'encesa del grup electrogen i la carga de bateries.

Intuïtivament, es podria pensar que augmentant la capacitat d'emmagatzematge de les bateries es produiria un millor aprofitament de l'excés d'energia. S'ha estudiat el cas i s'ha observat com al augmentar la capacitat de les bateries hi ha molts dies de l'any que aquestes no adquireixen el 100% de càrrega. Per tant es realitzaria un sobredimensionament massa gran per un excedent de producció tan reduït.



Gràfic 4.1 Corbes de simultaneïtat diàries.

A més a més de presentar la informació de forma diària i horàriament, també es adient visualitzar la producció solar que pot aportar el camp solar, comparat amb el consum de la nau. Com es el cas del Gràfic 4.2. que es mostra a continuació.



**Gràfic 4.2** Distribució energètica mensual.

Observant el Gràfic 4.2, es visualitza que en el mesos on l'energia capaç de produir els panells solars es més gran que l'energia elèctrica consumida, el sistema es autònom sense necessitat d'utilitzar cap generador elèctric extern. Aquest mesos corresponent als mesos de Febrer, Març, Abril, Maig, Juny, Juliol, Agost, Setembre i Octubre.

Per contra, en els mesos on la producció solar es insuficient, degut a la baixa radiació solar, serà necessària la utilització d'una font externa d'energia com és el grup electrogen.

## 4.4. Estudi econòmic:

En tot projecte o avantprojecte, és necessari realitzar un estudi econòmic per tal de valorar la viabilitat econòmica o no de l'obra. En aquest cas, s'ha realitzat el càlcul del pressupost i l'amortització de la instal·lació.

El pressupost de la instal·lació híbrida dissenyada es mostra en la Taula 4.7, en ella estan detallades les partides pressupostaries que inclou i el cost d'elles. El cost final de la instal·lació és de 100.192,50 € més 21.040,43 € referents a l'IVA amb una inversió inicial per part del client de 121.232,93 €.

Concepte	Descripció	
<b>1. ENGINYERIA I TRAMITACIONS</b>		<b>500,00 €</b>
ENGINYERIA I TRAMITACIONS - Projecte visat i gestió dels permisos amb l'Ajuntament i administració.		
<b>2. MATERIAL FOTOVOLTAIC</b>		<b>89.142,50 €</b>
PANELLS FOTOVOLTAICS		
ONDULADORS	2 ondulator/s trifàsic de 25 kWn. 3 ondulator/s aïllada de 6 kWn.	
BATERIES	Sistema d'acumulació amb bateries BAE 16PVV 3040 Solar Ppol	
<b>3. EXECUCIÓ OBRA</b>		<b>9.350,00 €</b>
ESTRUCTURA	Subministre i muntatge de carrils i escuadres	
MUNTATGE PANELLS	Muntatge dels panells sobre l'estructura.	
MATERIAL ELÈCTRIC	- Cablejat i material elèctric necessari per a la interconnexió. - Caixa de proteccions DC; inclou: fusibles de línia proteccions de les pujades de tensió. - Caixa de proteccions AC; inclou: magnetotèrmic general trifàsic, magnetotèrmic monofàsic per a la caiguda de l'ondulator, diferencial trifàsic i protector contra de les pujades de tensió.	
INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	Instal·lació elèctrica.	
<b>4. ASSESSORAMENT ENERGÈTIC I SEGUIMENT D'OBRA</b>		<b>600,00 €</b>
DIRECCIÓ D'OBRA	Direcció d'Obra Facultativa: - Assumeix la direcció d'obra visada. - Coordinació de Seguretat i Salut. - Certificat final d'obra. - Dossier final d'obra amb la memòria de la instal·lació i ús.	
LEGALITZACIÓ	- Obtenció de la certificació i legalització per part d'Indústria.	
<b>5. ALTRES</b>		<b>600,00 €</b>
TELEMONITORITZACIÓ	- Cablejat i extres per a la telemonitorització.	
SEGURETAT I IMPREVISTOS	- Partida Seguretat i Salut. - Partida Lloguer de maquinària.	
ACCÉS A TEULADA	- No inclòs	

Base Imposable	100.192,50 €
% IVA	21%
Quota IVA	21.040,43 €
<b>TOTAL OFERTA</b>	<b>121.232,93 €</b>

Taula 4.7 Pressupost instal·lació híbrida projectada.



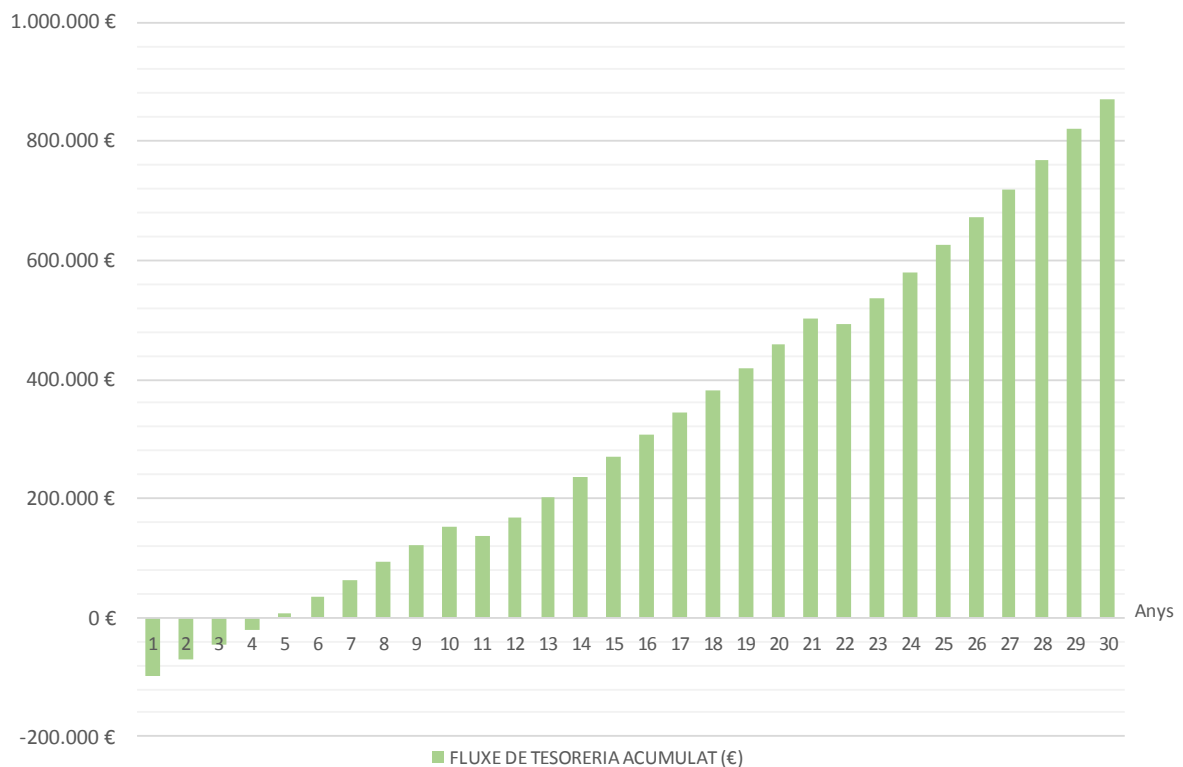
L'amortització de la instal·lació s'ha realitzat tenint en compte els paràmetres descrits en la Taula 4.8 que es mostra a continuació.

Preu del gasoil:	0,89€/L
Inflació anual del preu del gasoil:	2.5%
Cost manteniment primer any:	1100€
Increment anual manteniment:	3%
IPC anual:	0.4%
Canvi de bateries:	11 anys
<b>Observació:</b> IVA inclòs en el càlcul de l'amortització.	

**Taula 4.8** Paràmetres considerats en l'amortització.

L'amortització per la instal·lació proposada, s'estima en 4,83 anys. Tenint en compte que la instal·lació gaudeix d'una vida útil aproximada de 30 anys pels panells i inversors i d'11 anys per les bateries, és una recuperació de la inversió molta ràpida.

Com es mostra el Gràfic 4.3, en el cinquè any es començaran a tenir estalvis econòmics. La previsió realitzada, conclou que als 30 anys, fi estimat de la vida útil de la instal·lació, l'estalvi produït serà 6 cops la inversió inicial.



**Gràfic 4.3** Flux de tresoreria acumulat.



## 4.5. Conclusions:

Després de realitzar el dimensionament del sistema i realitzar un estudi econòmic, es poden extreure vàries conclusions.

El sistema projectat funcionarà correctament. Després de visualitzar les corbes de simultaneïtat mostrades en el Gràfic 4.1 de la pàgina 61, es pot concloure que l'aprofitament solar i l'ús de les bateries és el desitjat. L'aprofitament solar per aquesta instal·lació és d'un 91,32 % i es considera molt òptim ja que, en alguns casos és difícil d'aconseguir-lo.

Al reduir significativament l'ús del grup generador dièsel, es redueix el consum de gasoil que passa de consumir 30.161,86 litres a l'any amb un cost de 27.944 € a consumir aproximadament 2.100 litres amb un cost de 1.879 €. Aquest fet, produeix un estalvi econòmic anual del 93,28% amb una reducció de 26.065,36 € a l'any.

La inversió inicial de la instal·lació és de 121.232,93 € amb un període de retorn o amortització de 4,8 anys. Un cop recuperada la inversió inicial, tot l'estalvi produït es converteix en benefici net pel client. El canvi de bateries s'ha estimat als 11 anys, no obstant la vida útil del conjunt de la instal·lació es preveu de 30 anys.

Degut a la utilització d'aquest sistema modular, format per clústers, permet en un futur incrementar la potència elèctrica de la instal·lació amb certa facilitat augmentant el nombre de clústers i ampliant el camp fotovoltaic de forma adient.



## 5. CONCLUSIONS I FUTURES AMPLIACIONS DEL SOFTWARE

---

Després de dedicar moltes hores a la creació del software pel dimensionament d'instal·lacions híbrides i a la redacció de la memòria es pot concloure que:

El software és una eina molt potent de càlcul, ja que en comparació amb altres programes existents o empreses dedicades al dimensionament d'instal·lacions fotovoltaïques, aquest executa un càlcul hora a hora. Esbrinant en tot moment, l'estat de cada un dels elements i l'aportació energètica que realitza evitant així errors de dimensionament. Ja que, amb aquest programa, es té en consideració les hores de màxim consum i no s'utilitzen mitjanes diàries o mensuals.

A més a més, disposa d'una potent eina gràfica com són les corbes de simultaneïtat que permeten realitzar una petita simulació sobre la gestió energètica diària al llarg d'un any.

S'ha comparat el software realitzat amb instal·lacions ja existents que va realitzar l'empresa Kataè Energia S.L. i on es sap que el funcionament és l'esperat. Utilitzant les dades de consum i radiació del camp solar, s'ha comprovat com el dimensionament extret amb el software és igual o molt semblant als ja realitats. Concloent així que el dimensionament realitzat és l'adequat.

El còmput del pressupost, és un còmput amb preus actualitzat i fàcilment modificables. Per modificar-ho, és tan senzill com modificar de forma adequada la base de dades que utilitza el software.

L'amortització, es pot considerar adequada i fiable, ja que s'han considerat paràmetres com és el desgast de les bateries, el desgast dels panells, el cost del manteniment anual així com l'actualització dels preus del mercat. A més a més, realitzant exemples reals, es comprova com el període de retorn és l'esperat d'entre 3 i 6 anys.



Una de les futures modificacions en el software, podria ser el desenvolupament d'una superfície gràfica més dinàmica i interactiva. Desenvolupant un software totalment intuïtiu i amb la màxima facilitat per l'usuari que l'utilitzi incorporant ajudes i controls.

D'altra banda, un punt a complementar del software, és el dimensionament del camp solar. Actualment, al software s'han d'introduir les dades de producció manualment. Jo personalment he utilitzat el programa que utilitza l'empresa Kataë Energia S.L., al realitzar-ho amb ells, en un futur s'ha pensat en fusionar els dos programes per realitzar els càlculs el més ràpid i precisos possibles. Creant així un software o programa més complet.

Una altra futura eina a implementar, és l'adquisició de consums automàtica. En l'actualitat, els consums s'aproximen via l'ús del gasoil o les hores d'ús dels equips elèctrics. Una forma de fer-ho automàticament, és afegint una nova manera d'entrada de dades mitjançant un analitzador de xarxa o de consums. Aquest analitzador, quantifica el consum que sofreix la línia elèctrica. Així doncs, es podria analitzar la xarxa elèctrica durant uns dies de mostreig i adquirir uns consums idèntics a la realitat.

Aquestes possibles millores, no s'han realitzat a causa de la falta de temps. Aparentment són idees senzilles i tasques fàcils de realitzar. No obstant això, amb la creació del software, he pogut comprovar de primera mà que al darrere de tota idea hi ha una gran tasca de recerca i investigació per poder implementar-la de forma adequada.

Algunes de les propostes de millores en un futur s'acabaran implementat, ja que personalment gaudeixo de motivació per fer-ho i per part de Kataë Energia S.L. hi ha disposició en continuar el desenvolupament de l'eina.

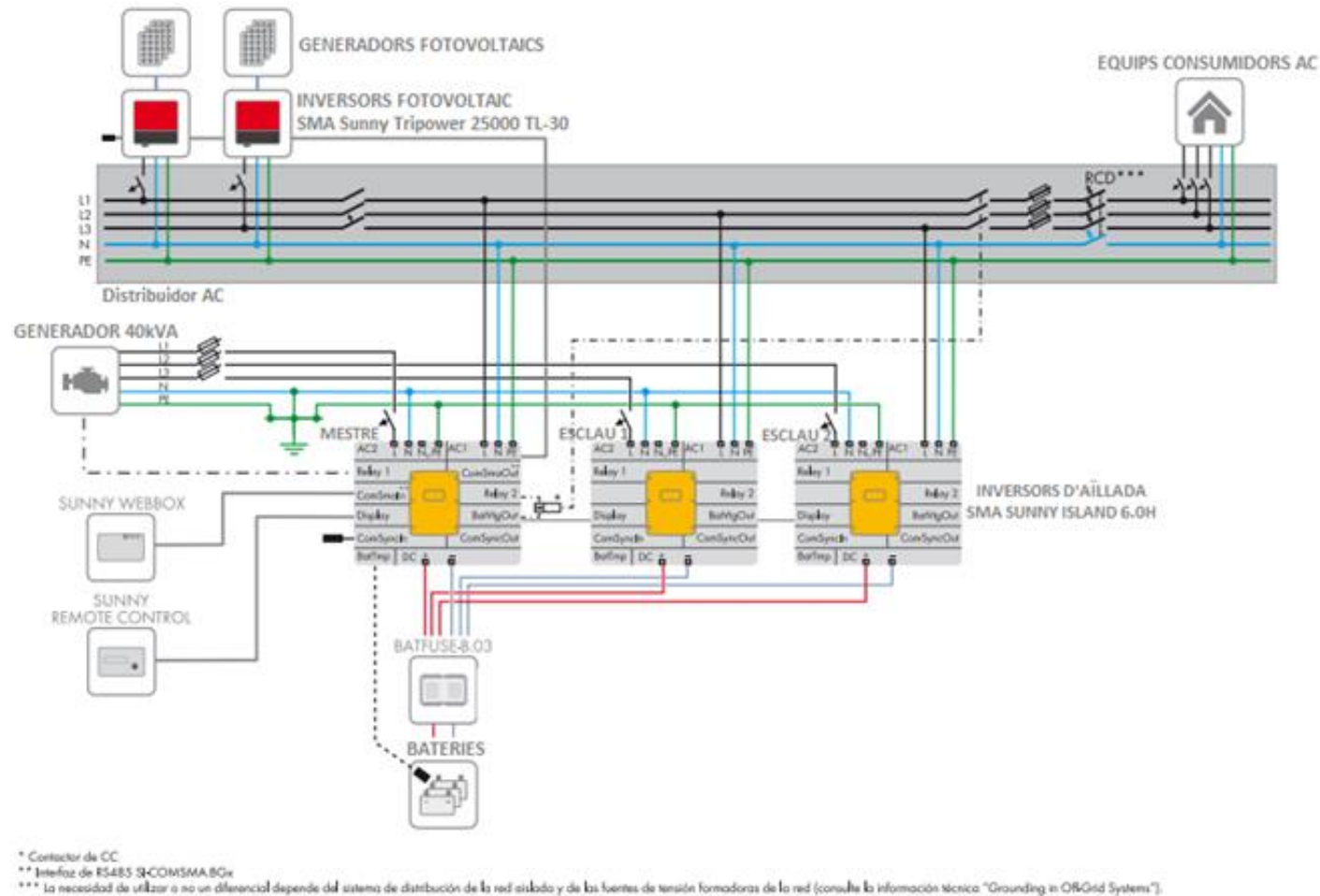


## 6. BIBLIOGRAFIA

---

- [1] Plec de condicions tècniques instal·lacions aïllades espanya:  
[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5654\\_FV\\_Pliego\\_aislad  
as\\_de\\_red\\_09\\_d5e0a327.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aislad<br/>as_de_red_09_d5e0a327.pdf)
- [2] Components en un projecte fotovoltaic:  
[http://www.acesolar.org/ckfinder/userfiles/files/140328%20Documentos%20  
M%C3%ADnimos%20por%20dise%C3%B1o.pdf](http://www.acesolar.org/ckfinder/userfiles/files/140328%20Documentos%20<br/>M%C3%ADnimos%20por%20dise%C3%B1o.pdf)
- [3] Informació instal·lacions híbrides: [http://es.krannich-  
solar.com/es/autoconsumo/pv-diesel/pv-diesel-con-baterias.html](http://es.krannich-<br/>solar.com/es/autoconsumo/pv-diesel/pv-diesel-con-baterias.html)
- [4] Informació instal·lacions híbrides:  
[http://www.smartgreenholding.com/imagenes/documentacion/ficheros/0267E  
1D0.pdf](http://www.smartgreenholding.com/imagenes/documentacion/ficheros/0267E<br/>1D0.pdf)
- [5] Informació capa fina: [http://www.ecologiablog.com/post/77/fotovoltaica-de-  
capa-fina-potencialmente-barata-pero-con-riesgos](http://www.ecologiablog.com/post/77/fotovoltaica-de-<br/>capa-fina-potencialmente-barata-pero-con-riesgos)
- [6] Fabricant panells solars: <http://www.recsolar.com/>
- [7] Fabricant panells solars: <http://www.sharp.es>
- [8] Fabricant components fotovoltaics: <http://www.sma-iberica.com/>
- [9] Fabricant i distribuïdor de bateries solars: <http://www.kolff.cl/>
- [10] Informació grup electrogen:  
[http://www.nrelectricidad.com/pautas\\_para\\_elegir.pdf](http://www.nrelectricidad.com/pautas_para_elegir.pdf)
- [11] Fabricant i distribuïdor de grups electrògens: <http://www.carod.es/html>

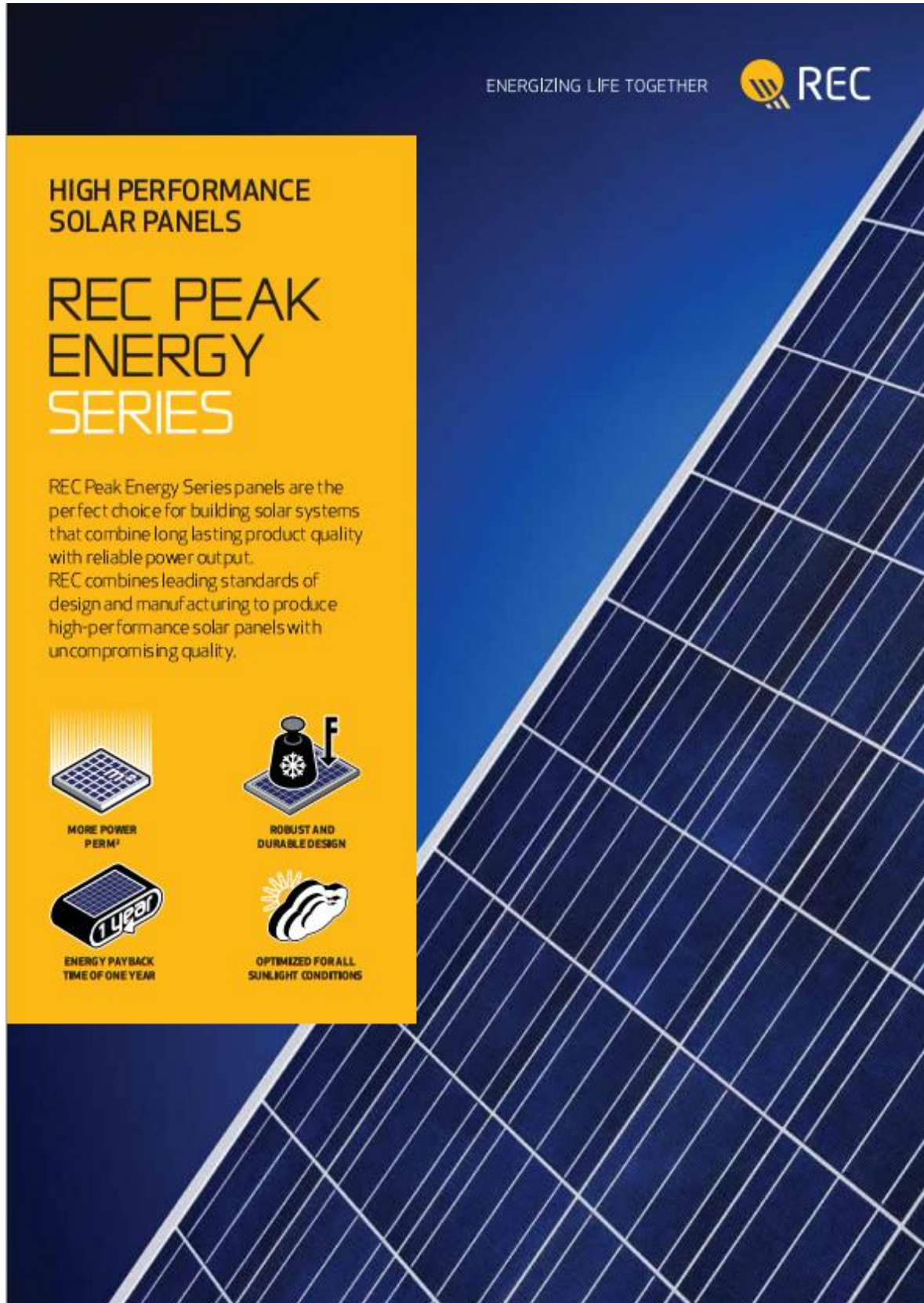
## ANNEX 1 - Esquema elèctric de la instal·lació




Il·lustració 1 Esquema elèctric de la instal·lació amb els equips emprats. Font: [8]

## ANNEX 2 - Característiques tècniques

### A. Mòdul fotovoltaic.







ENERGIZING LIFE TOGETHER 

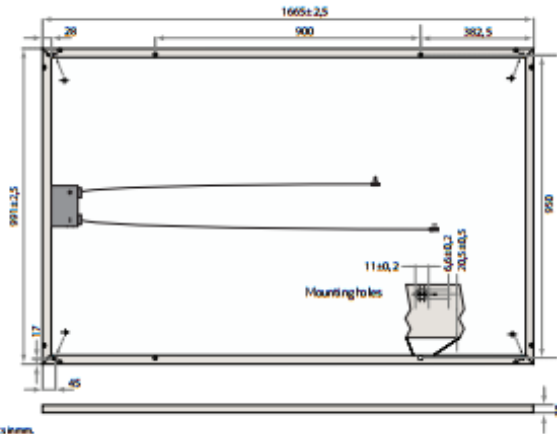
**HIGH PERFORMANCE SOLAR PANELS**

**REC PEAK ENERGY SERIES**

REC Peak Energy Series panels are the perfect choice for building solar systems that combine long lasting product quality with reliable power output. REC combines leading standards of design and manufacturing to produce high-performance solar panels with uncompromising quality.

-   
MORE POWER PER M<sup>2</sup>
-   
ROBUST AND DURABLE DESIGN
-   
ENERGY PAYBACK TIME OF ONE YEAR
-   
OPTIMIZED FOR ALL SUNLIGHT CONDITIONS

# REC PEAK ENERGY SERIES



Measurements in mm.

ELECTRICAL DATA @ STC	REC240PE	REC245PE	REC250PE	REC255PE	REC260PE	REC265PE
Nominal Power - $P_{MPP}$ (W/p)	240	245	250	255	260	265
Watt Class Sorting- (W)	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5	0/+5
Nominal Power Voltage - $V_{MPP}$ (V)	29.7	30.1	30.2	30.5	30.7	30.9
Nominal Power Current - $I_{MPP}$ (A)	8.17	8.23	8.30	8.42	8.50	8.58
Open Circuit Voltage - $V_{OC}$ (V)	36.8	37.1	37.4	37.6	37.8	38.1
Short Circuit Current - $I_{SC}$ (A)	8.75	8.80	8.86	8.95	9.01	9.08
Panel Efficiency (%)	14.5	14.8	15.1	15.5	15.8	16.1

Analysed data demonstrate that 99.7% of modules produced have current and voltage to tolerance of ±3% from nominal values. Values at standard test conditions STC (air mass AM1.5, irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25°C). At low irradiance of 200 W/m<sup>2</sup> (AM1.5) and cell temperature 25°C at least 96% of the STC module efficiency will be achieved.

ELECTRICAL DATA @ NOCT	REC240PE	REC245PE	REC250PE	REC255PE	REC260PE	REC265PE
Nominal Power - $P_{MPP}$ (W/p)	183	187	189	193	197	202
Nominal Power Voltage - $V_{MPP}$ (V)	27.7	28.1	28.3	28.5	29.0	29.4
Nominal Power Current - $I_{MPP}$ (A)	6.58	6.64	6.68	6.77	6.81	6.90
Open Circuit Voltage - $V_{OC}$ (V)	34.4	34.7	35.0	35.3	35.7	36.0
Short Circuit Current - $I_{SC}$ (A)	7.03	7.08	7.12	7.21	7.24	7.30

Nominal operating cell temperature NOCT (800 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, wind speed 1 m/s, ambient temperature 20 °C).

### CERTIFICATIONS



IEC 61215, IEC 61730 A, UL 1703, IEC 62716 (Humidity Resistance)  
IEC 67033 (Salt Mist - seventy levels to 6), IEC 60091-2-68 (Blowing Sand)

### WARRANTY

10 year product warranty  
25 year linear power output warranty  
(max. degradation in performance of 0.7% p.a.)  
See warranty conditions for further details.



REC is a leading global provider of solar energy solutions. With more than 15 years of experience, we offer sustainable, high performing products, services and investments for the solar industry. Together with our partners, we create value by providing solutions that better meet the world's growing energy needs. REC is headquartered in Norway and listed on the Oslo Stock Exchange (ticker: RECSOL). Our 1600 employees worldwide generated revenues of USD 647 million in 2013.

- 16.1% EFFICIENCY
- 10 YEAR PRODUCT WARRANTY
- 25 YEAR LINEAR POWER OUTPUT WARRANTY

### TEMPERATURE RATINGS

Nominal operating cell temperature (NOCT)	45.7°C (±2°C)
Temperature coefficient of $P_{MPP}$	-0.40%/°C
Temperature coefficient of $V_{OC}$	-0.27%/°C
Temperature coefficient of $I_{SC}$	0.024%/°C

### GENERAL DATA

Cell type:	60 REC PE multi-crystalline 3 strings of 20 cells with bypass diodes
Glass:	3.2 mm solar glass with anti-reflection surface treatment
Back sheet:	Double layer highly resistant polyester
Frame:	Anodized aluminum (silver)
Junction box:	IP67 rated 4 mm <sup>2</sup> solar cable, 0.9 m + 1.2 m
Connectors:	Multi-Contact MC4 (6 mm <sup>2</sup> )
Origin:	Made in Singapore

### MAXIMUM RATINGS

Operational temperature:	-40... +85°C
Maximum system voltage:	1000 V
Maximum snow load:	550 kg/m <sup>2</sup> (5400 Pa)
Maximum wind load:	244 kg/m <sup>2</sup> (2400 Pa)
Max series fuse rating:	25 A
Max reverse current:	25 A

### MECHANICAL DATA

Dimensions:	1665 x 991 x 38 mm
Area:	1.65 m <sup>2</sup>
Weight:	18 kg

Netel Specifications subject to change without notice.

This document is EN 50383 compliant

Ref: REC-05-001-15\_1.2.1.4



www.recgroup.com



## B. Inversors de xarxa.

SUNNY TRIPOWER  
20000TL / 25000TL



<p><b>Rentable</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendimiento máximo del 98,4 %</li> </ul>	<p><b>Seguro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)</li> </ul>	<p><b>Flexible</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión de entrada de CC hasta 1 000 V</li> <li>• Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring</li> </ul>	<p><b>Innovador</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control</li> <li>• Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)</li> </ul>
--	---	--	---

## SUNNY TRIPOWER 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

El Sunny Tripower 20000TL/25000TL es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.





### C. Inversors d'aïllada.



## SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H



**SENCILLO. ROBUSTO. FLEXIBLE.**

## Datos técnicos

Datos técnicos	Sunny Island 6.0H	Sunny Island 8.0H
<b>Salida de CA (equipo consumidor / red aislada)</b>		
Tensión asignada de red / rango de tensión de CA	230 V / 202 V ... 253 V	230 V / 202 V ... 253 V
Frecuencia nominal / rango de frecuencia (ajutable)	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz
Potencia asignada (a U <sub>nom</sub> /I <sub>nom</sub> / 25 °C / cos φ = 1)	4 600 W	6 000 W
Potencia de CA a 25 °C durante 30 min / 5 min / 3 s	6000 W / 6800 W / 11000 W	8000 W / 9100 W / 11000 W
Intensidad asignada / corriente de salida máxima (pico)	20 A / 120 A	26 A / 120 A
Coefficiente de distorsión no lineal de tensión de salida / factor de potencia para la potencia asignada	< 4 % / -1 ... +1	< 4 % / -1 ... +1
<b>Entrada de CA (generador, red o MC-Bus)</b>		
Tensión asignada de entrada / rango de la tensión de entrada de CA	230 V / 172,5 V ... 264,5 V	230 V / 172,5 V ... 264,5 V
Frecuencia asignada de entrada / rango de frecuencia de entrada permitida	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz
Corriente máxima de entrada de CA	50 A	50 A
Potencia máxima de entrada de CA	11500 W	11500 W
<b>Batería de entrada de CC</b>		
Tensión asignada de entrada / rango de tensión de CC	48 V / 41 V ... 63 V	48 V / 41 V ... 63 V
Corriente de carga máxima de la batería / corriente de carga asignada	110 A / 100 A	140 A / 115 A
Tipo de batería / capacidad de la batería (rango)	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah
Regulación de carga	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas
<b>Rendimiento / consumo característico</b>		
Rendimiento máximo	95 %	95 %
Consumo característico sin carga / en espera	< 26 W / < 4 W	< 26 W / < 4 W
<b>Dispositivos de protección (equipo)</b>		
Cortocircuito / sobrecarga de CA	● / ●	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC / fusible de CC	- / -	- / -
Sobrecalentamiento / descarga total de la batería	● / ●	● / ●
Categoría de sobretensión según IEC 60564-1	III	III
<b>Datos generales</b>		
Dimensiones (anchura x altura x profundidad)	467 mm x 612 mm x 242 mm	467 mm x 612 mm x 242 mm
Peso	63 kg	63 kg
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Clase de protección según IEC 62103	I	I
Clase climática según IEC 60721	3K6	3K6
Clase de protección según IEC 60529	IP54	IP54
<b>Características / función</b>		
Manejo y pantalla / relé multifunción	Externo mediante SRC20 / 2	Externo mediante SRC20 / 2
Sistemas trifásicos / conexión en paralelo	● / ●	● / ●
Desviación integrada / funcionamiento multielecter	- / ●	- / ●
Cálculo del nivel de carga / carga completa / carga de compensación	● / ● / ●	● / ● / ●
Arranque suave integrado / asistencia de generador	● / ●	● / ●
Sensor de temperatura de la batería / cables de comunicación	● / ●	● / ●
Certificados y autorizaciones	www.SMA.Solar.com	www.SMA.Solar.com
Garantía (5 / 10 / 15 / 20 / 25 años)	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
<b>Accesorios</b>		
Cables de la batería / fusibles de la batería	○ / ○	○ / ○
Interfaz SKCOMSMA (RS485) / SIKSYSCAN (multielecter)	○ / ○	○ / ○
Arranque avanzado del generador "GenMan"	○	○
Relé de distorsión de carga / medición externa de la corriente de la batería	○ / ○	○ / ○
<b>Modelo comercial</b>	S6.0H-10	S8.0H-10
<p>● Equipamiento de serie ○ Opcional — No disponible            Datos en condiciones nominales, datos provisionales, actualizado: abril de 2012</p>		

SMA y Sunny Island son marcas registradas de SMA Solar Technology AG. Los logos e ilustraciones se corresponden con el estado actual del momento de la impresión. Reservados todos los derechos de cualquier modificación técnica. No se asume responsabilidad por errores de impresión. Impreso en papel 100% reciclado.

SMA Solar Technology AG  
 Sonnenallee 1  
 34266 Niestetal, Alemania  
 Tel.: +49 561 9522-0  
 Fax: +49 561 9522-100  
 Correo electrónico: Info@SMA.de  
 www.SMA.de



## D. Bateries.

# BAE SECURA PVV solar

## Technical Specification for Valve Regulated Lead-Acid Batteries (VRLA-GEL)

### 1. Application

BAE SECURA PVV solar batteries don't need to be refilled with water during the whole service life. Therefore, this battery type is maintenance-free. This eliminates checking of electrolyte level.

The batteries are used to store electric energy in medium and large solar photovoltaic installations.

Due to the robust tubular plate design BAE PVV Batteries are excellent suited for highest requirements regarding cycling ability and long lifetime.



### 2. Technical data (Reference temperature 20 °C)

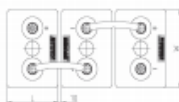
Type	C <sub>1h</sub> Ah	C <sub>10h</sub> Ah	C <sub>20h</sub> Ah	C <sub>72h</sub> Ah	C <sub>100h</sub> Ah	C <sub>120h</sub> Ah	C <sub>240h</sub> Ah	R <sub>i</sub> 1)	I <sub>k</sub> 2)	Length (L) mm	Width (W) mm	Height (H) mm	Weight kg
U <sub>e</sub> V/cell	1.67	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	mΩ	kA				
2 PVV 140	71	121	134	153	157	158	165	1.65	1.30	105	208	420	12.4
3 PVV 210	107	182	202	229	236	238	247	1.15	1.86	105	208	420	17.1
4 PVV 280	143	243	268	306	314	318	331	0.89	2.40	105	208	420	19.4
5 PVV 350	179	304	336	383	393	397	412	0.73	2.91	126	208	420	23.3
6 PVV 420	215	364	404	460	472	477	496	0.63	3.39	147	208	420	27.4
5 PVV 550	254	447	506	570	583	589	609	0.68	3.14	126	208	535	31.4
6 PVV 660	302	529	598	671	686	693	715	0.58	3.64	147	208	535	36.9
7 PVV 770	350	610	688	770	788	795	820	0.52	4.12	168	208	535	42.4
6 PVV 900	417	729	834	943	968	978	1,012	0.46	4.63	147	208	710	51.0
7 PVV 1050	492	858	980	1,116	1,140	1,154	1,195	0.36	5.81	215	193	710	61.9
8 PVV 1200	559	970	1,106	1,252	1,280	1,296	1,344	0.32	6.54	215	193	710	68.8
9 PVV 1350	616	1,090	1,252	1,418	1,450	1,464	1,524	0.34	6.29	215	235	710	77.0
10 PVV 1500	691	1,200	1,382	1,562	1,600	1,620	1,675	0.28	7.50	215	235	710	83.9
11 PVV 1650	748	1,320	1,512	1,713	1,750	1,764	1,836	0.28	7.56	215	277	710	92.2
12 PVV 1800	822	1,440	1,644	1,857	1,900	1,920	1,989	0.24	8.63	215	277	710	99.2
11 PVV 2090	839	1,570	1,772	2,023	2,070	2,088	2,169	0.27	7.86	215	277	855	108.2
12 PVV 2280	927	1,710	1,918	2,181	2,230	2,256	2,337	0.23	9.18	215	277	855	116.5
13 PVV 2470	1,040	1,890	2,120	2,426	2,490	2,508	2,592	0.18	11.91	215	400	815	131.4
14 PVV 2660	1,125	2,070	2,320	2,678	2,740	2,772	2,880	0.17	12.63	215	400	815	141.2
15 PVV 2850	1,191	2,170	2,420	2,772	2,840	2,868	2,976	0.16	13.25	215	400	815	147.9
16 PVV 3040	1,265	2,300	2,580	2,937	3,000	3,036	3,144	0.15	13.94	215	400	815	156.2
17 PVV 3230	1,358	2,480	2,780	3,182	3,260	3,300	3,408	0.14	15.32	215	490	815	173.6
18 PVV 3420	1,433	2,610	2,920	3,348	3,420	3,468	3,576	0.13	16.03	215	490	815	181.4
19 PVV 3610	1,507	2,740	3,080	3,506	3,590	3,624	3,744	0.12	16.70	215	490	815	189.6
20 PVV 3800	1,581	2,870	3,220	3,664	3,750	3,792	3,912	0.12	17.37	215	490	815	197.8
22 PVV 4180	1,740	3,210	3,600	4,118	4,220	4,272	4,416	0.11	18.43	215	580	815	205.7
24 PVV 4560	1,887	3,470	3,900	4,442	4,550	4,596	4,752	0.10	19.76	215	580	815	222.0
26 PVV 4940	2,014	3,650	4,060	4,608	4,710	4,764	4,920	0.10	21.02	215	580	815	235.1

1, 2) Internal resistance R<sub>i</sub> and short circuit current I<sub>k</sub> according to IEC 60896-21

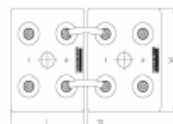
Height (H) is the maximum height between container bottom and top of the bolts in assembled condition.

All values given in the table correspond to 100 % DOD without voltage drop of connectors. Please consider item 7.

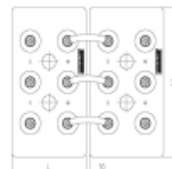
### 3. Terminal positions



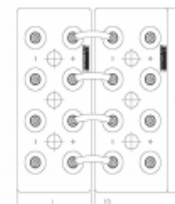
2 PVV 140 to 6 PVV 900



7 PVV 1050 to 12 PVV 2280



13 PVV 2470 to 16 PVV 3040



17 PVV 3230 to 26 PVV 4940

Terminals are designed as female poles with brass inlay M10 for flexible insulated copper cables with cross-section 25, 35, 50, 70, 95 or 120 mm<sup>2</sup> or insulated solid copper connectors with cross-section 90, 150 or 300 mm<sup>2</sup>.



## Technical Specification for BAE *SECURA PVV solar*

### 4. Design

Positive electrode	tubular-plate with woven polyester gauntlet and solid grids in a corrosion-resistant PbCaSn-alloy
Negative electrode	grid-plate in PbCaSn-alloy with long-life expander material
Separation	microporous separator
Electrolyte	sulphuric acid with a density of 1.24 kg/l (20 °C), fixed as GEL by fumed silica
Container and lid	high impact ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene), grey coloured (colour may vary slightly from given image), UL-94 rating: HB, on request also in UL-94 rating V-0
Valve	valve with flame arrestor, opening pressure approx. 120 mbar
Pole bushing	100 % gas- and electrolyte-tight, sliding, plastic coated "Panzerpol"
Kind of protection	IP 25 regarding EN 60529, touch protected according to VBG 4
Horizontal operation	Please use BAE special type PVV "horizontal". The construction and production of this type is adapted to the horizontal operation.

### 5. Installation

BAE *SECURA PVV solar* batteries are designed for indoor applications. For outdoor applications please contact BAE.

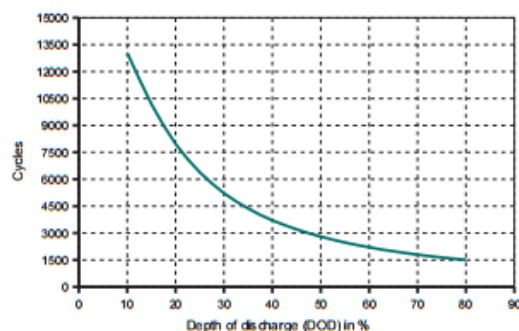
### 6. Maintenance

Every 6 months	check battery voltage, pilot cell voltages and temperatures
Every 12 months	check connections, record battery voltage, cell voltages and temperatures

### 7. Operational data

Depth of discharge (DOD)	max. 80 % ( $U_e = 1.91$ V/cell for discharge times >10 h; 1.74 V/cell for 1 h), deep discharges of more than 80 % DOD have to be avoided unlimited, the minimal charge current has to be 1.5 A/100 Ah $C_{10}$
Initial charge current (I or bulk phase)	
Charge voltage at cyclic operation	restricted from 2.30 V to 2.40 V per cell, operating instruction is to be observed
Float voltage/non cyclic operation	2.25 V/cell
Adjustment of charge voltage	no adjustment necessary if battery temperature is between 10 °C and 45 °C (50 °F and 113 °F) in the monthly average, $\Delta U/\Delta T = -0.003$ V/cell per K below 10 °C (50 °F) within a period of 1 up to 4 weeks
Recharge to 100 %	>3,000 (A+B) at 40 °C (104 °F)
IEC 61427 cycles	-20 °C to 45 °C (-4 °F to 113 °F), recommended temperature range 10 °C to 30 °C (50 °F to 86 °F)
Battery temperature	approx. 2 % per month at 20 °C (68 °F)
Self-discharge	

### 8. Number of cycles as function of Depth of discharge



### 9. Transport

Batteries are not subject to ADR (road transport), if the conditions of Special Provisions 598 and 238 (Chapter 3.3) are observed. BAE cells/batteries are conform to the IMDG-Code, therefore these products are no dangerous goods on sea transport.

### 10. Standards

Test standards	IEC 60896-21, IEC 61427
Safety standard, ventilation	EN 50272-2

BAE Batterien GmbH  
Wilhelminenhofstraße 69/70  
12459 Berlin  
Germany

Tel.: +49 (0)30 53001-661  
Fax: +49 (0)30 53001-667  
E-Mail: info@bae-berlin.de  
www.bae-berlin.de



## E. Grup electrogen.

### Grupo Electrónico CTM-40 L



- ⊕ USO CONTINUO: 39 kVA
- ⊕ EMERGENCIA: 43 kVA
- ⊕ 50 Hz – 1.500 r.p.m.
- ⊕ TRIFÁSICO – 400V
- ⊕ REFRIGERADO POR AGUA
- ⊕ COMBUSTIBLE DIESEL
- ⊕ EN BANCADA

#### **BANCADA**

Bancada de electrosoldada en chapa plegada de acero, con tratamiento de fosfatado, imprimación y pintura al polvo, que garantiza una gran durabilidad en ambientes con humedad elevada, atmósferas agresivas y presencia de contaminantes habituales. Se monta sobre patas de apoyo tipo omega para apoyo e izado. Tacos antivibratorios para aislar las vibraciones lineales del conjunto motor-generator. Tanque de combustible metálico integrado en bancada, con boca de llenado que incluye respiradero y bloqueo con llave. Se equipa con aforador para indicación de nivel.

#### **MOTOR**

Motor MWM-INTERNATIONAL, diesel de 4 tiempos con regulación mecánica, refrigerado por líquido (refrigerante al 50% de etilenglicol) con radiador protegido, regulado a 1.500 r.p.m., con sistema de inyección mecánica BOSCH.

#### **ADMISIÓN**

Filtro de aire de tipo seco, radial, con indicador óptico de filtro de aire sucio.

#### **ESCAPE**

Se suministra con silencioso industrial para montaje aparte. Canalización de evacuación de gases de respiradero hacia el suelo.

#### **ALTERNADOR**

Alternador sin escobillas, autoexcitado, con 4 polos, con precisión de tensión de  $\pm 1,5\%$  en régimen de carga constante, a cualquier factor de potencia con una variación de velocidad de entre el 5 y el 30% respecto a su velocidad nominal.

#### **CUADRO ELÉCTRICO**

Cuadro instalado en caja de chapa plegada de acero, montada sobre patas metálicas sujetas a la bancada, ambos con tratamiento de fosfatado, imprimación y pintura al polvo. Tarjeta de control con indicación de parámetros, configuraciones y alarmas de aviso y parada en display. Protección diferencial mediante relé electrónico. Protección contra sobretensiones mediante interruptor magnetotérmico. Salidas de potencia mediante bornas y base schuko de 16A.

**CTM -40 L**



<b>DATOS TECNICOS DEL MOTOR</b>		
Fabricante		MWM
Modelo		<b>D 229-4</b>
Potencia	CV/kW	54/40,27
Potencias según NORMA		DIN6271/ISO3046
<b>Régimen de velocidad</b>	<b>r.p.m.</b>	<b>1.500</b>
Cilindrada	Litros	3,92
Cilindros, nº y configuración		4 en línea
Diámetro x Carrera	mm	102 x 120
Relación de compresión		17:1
<b>SISTEMA DE REFRIGERACION</b>		
Tipo de refrigeración		Por agua
Temperatura de funcionamiento normal	°C	80/90
Temperatura máxima nominal	°C	100
Temperatura ambiente máxima para radiador	°C	45
Caudal de aire para refrigeración	m <sup>3</sup> /min	80
Volumen de refrigerante en bloque motor	litros	6
Volumen de refrigerante en sistema completo	litros	11
Calor de irradiación superficies motor	kcal/min	68,40
Calor emitido por el agua	kcal/min	437,76
<b>SISTEMA DE ADMISION</b>		
Tipo de aspiración		Natural
Tipo de filtro de aire		Radial de doble elemento
Caudal de aire de admisión (aire 1,2 kg/m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> /min	3,24
Postenfriador aire de carga / agua		N/A
Calor para el postenfriador	kcal/min	N/A
<b>SISTEMA DE LUBRICACION</b>		
Cantidad máxima de aceite en carter con filtro	litros	9
Especificaciones mínimas del aceite		API - CE / CCMC D5 - ACEA E2
Viscosidad del aceite de fábrica		15W40
<b>SISTEMA DE COMBUSTIBLE</b>		
Tipo de inyección y regulación		Mecánica
Consumo específico	g/cv.h	160,00
Consumo específico (diesel de 0,82g/ml)	l/kW.*h	0,15
Consumo de combustible a 100% carga continua	l/h	5,32
Consumo de combustible a 75% carga continua	l/h	3,99
Consumo de combustible a 50% carga continua	l/h	2,66
<b>SISTEMA DE ESCAPE</b>		
Temperatura del gas de escape	°C	700,00
Caudal de gas de escape	m <sup>3</sup> /min	12,15
Maxima restricción (contrapresión) del escape	mm H <sub>2</sub> O	1.000,00
Calor emitido por el escape	kcal/min	437,76
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>		
Sistema de carga		Alternador
Especificaciones de baterías	V/Amperios CCA	12/900





**CTM -40 L**

DATOS TÉCNICOS DEL ALTERNADOR 50Hz		Unidades
Fabricante	CONSULTAR	MECCALTE
Modelo		ECO32-3S/4
<b>Frecuencia</b>	<b>Hz</b>	<b>50</b>
Tensión nominal	V	400
Tipo de conexión		Estrella-serie
Nº de fases		3
Nº Polos		4
Potencia $\Delta T= 125\text{ }^\circ\text{C}$ , 40°C en CONTINUO	kVA	<b>40</b>
Potencia $\Delta T= 163\text{ }^\circ\text{C}$ , 27°C en STANDBY	kVA	<b>45</b>
Factor de potencia		0,8
Clase de aislamiento / $\Delta T$ Temp		H / H
Grado de protección		IP21
Corriente de cortocircuito (durante 20seg)		3 In
Regulador de tensión		Electronico-AVR

Nota: Fabricante y modelo de alternador por defecto. El fabricante y modelo del alternador pueden variar según disponibilidad, entre Meccalte y Marelli, siempre con prestaciones y características similares.

DATOS TÉCNICOS TARJETA DE CONTROL DE GRUPO	
Modelo	<b>SAM715</b>
<b>PARÁMETROS VISUALIZADOS EN PANTALLA</b>	
Tensión de generador	<input checked="" type="checkbox"/>
Corriente de generador	<input checked="" type="checkbox"/>
Frecuencia.	<input checked="" type="checkbox"/>
Tensión de batería.	<input checked="" type="checkbox"/>
Horas de funcionamiento del grupo	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>MENSAJES</b>	
Aviso para mantenimiento del grupo	<input checked="" type="checkbox"/>
Modo de trabajo manual/auto	<input checked="" type="checkbox"/>
Configuración de parámetros y programación de tiempos	<input checked="" type="checkbox"/>
Alarmas.	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ALARMAS</b>	
Fallo arranque (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Baja presión de aceite (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Sobret temperatura agua (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Sobrevelocidad (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Pulsador parada de emergencia accionado (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Tensión generador fuera de límites (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Frecuencia de generador fuera de límites (Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>
Bajo nivel combustible. (Aviso)	<input checked="" type="checkbox"/>
Baja tensión batería. (Aviso)	<input checked="" type="checkbox"/>
Alarma opcional (Aviso/Parada)	<input checked="" type="checkbox"/>

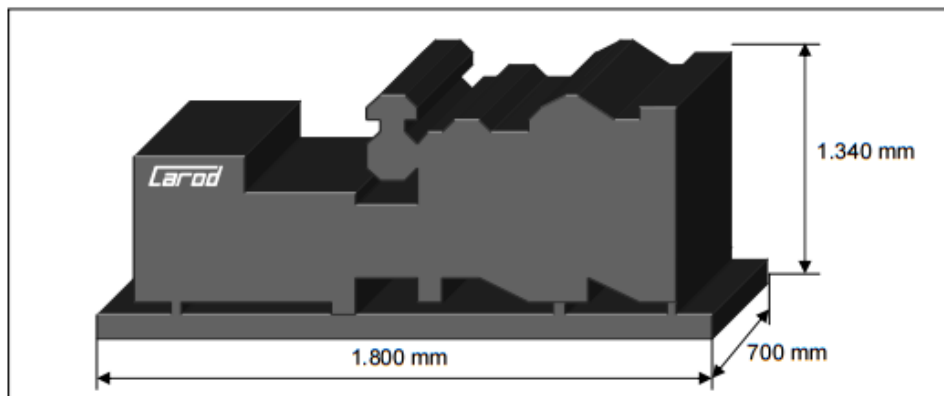
## CTM -40 L



MANIOBRA, PROTECCIÓN E INDICACIÓN EN CUADRO ELÉCTRICO	
Instrumento indicador de nivel de combustible	Incluido
Instrumento indicador de temperatura de refrigerante	Incluido
Protección contra sobrecargas	Interruptor Magnetotérmico
Protección diferencial	Relé electrónico
Pulsador seta parada de emergencia	Incluido
Contactador de control salida grupo	Opcional

INFORMACIÓN LOGÍSTICA		
Peso aprox. con líquidos en radiador y carter	kg	812
Volumen de combustible en depósito	litros	66

### DIMENSIONES



Otras opciones de configuración y equipamiento: **CONSULTAR.**