



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny

Cap a la sostenibilitat en l'abastiment elèctric als edificis municipals d'Ondara: canvi d'energia elèctrica convencional a fotovoltaica aïllada en el Col·legi públic "Marjals"

Treball de Fi de Grau en Enginyeria Elèctrica

Autor: Josep Hervàs Zaragoza

Tutor: Nicolás Laguarda Miró

Data: Juliol 2020

ÍNDEX

MEMÒRIA.....	6
1 Objecte del projecte.....	6
2 Justificació.....	7
2.1 Justificació acadèmica.....	7
2.2 Justificació econòmica.....	7
2.3 Justificació legal.....	7
3 Una ullada al desenvolupament sostenible energètic.....	8
3.1 Contextualització de la problemàtica ambiental i energètica.....	8
3.2 El desenvolupament sostenible.....	11
3.3 L'energia solar.....	12
3.4 L'energia solar fotovoltaica.....	13
3.4.1 Instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica.....	14
3.4.2 Instal·lacions autònomes o aïllades de la xarxa elèctrica.....	14
3.5 Situació de l'energia solar fotovoltaica a l'Estat Espanyol.....	15
4 Dimensionament de la instal·lació.....	18
4.1 Emplaçament.....	18
4.2 Dades climatològiques.....	20
4.3 Demanda energètica.....	21
4.3.1 Potència instal·lada.....	21
4.3.2 Estudi de consum energètic.....	24
4.3.3 Consum energètic real.....	38
4.3.4 Comparativa de consums.....	39
4.4 Condicions de radiació.....	40
4.5 Inclinação òptima.....	43
5 Elements del projecte.....	43
5.1 Mòduls fotovoltaics.....	43
5.2 Bateries/acumuladors.....	46
5.3 Reguladors de càrrega.....	48
5.4 Inversors.....	49
5.5 Suports.....	50
5.6 Cablejat.....	51
5.7 Proteccions.....	52
5.7.1 Proteccions en corrent continua.....	52
5.7.2 Proteccions en corrent alterna.....	53

5.7.3	Posada a terra.....	54
6	Càlculs	55
6.1	Mòduls fotovoltaics	55
6.2	Regulador de càrrega	58
6.3	Bateries	61
6.4	Inversor	63
6.5	Cablejat	63
6.5.1	Cablejat mòduls fotovoltaics – reguladors	65
6.5.2	Cablejat entre reguladors-bateries-inversors	65
6.5.3	Cablejat inversors – receptors col·legi	65
6.6	Posada a terra	66
6.7	Proteccions.....	67
6.7.1	Proteccions en corrent continua.....	67
6.7.2	Proteccions en corrent alterna.....	68
6.8	Distància entre mòduls.....	69
6.9	Superfície ocupada.....	70
7	Conclusions	72
8	Bibliografia.....	73
	PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES	75
9	Objecte.....	75
10	Generalitats.....	75
11	Disseny	76
11.1	Orientació, inclinació i ombres	76
11.2	Dimensionament del sistema.....	76
11.3	Sistema de monitorització	77
12	Components i materials	77
12.1	Generalitats.....	77
12.2	Generadors fotovoltaics.....	78
12.3	Estructura de suport.....	79
12.4	Bateries plom- àcid.....	79
12.5	Reguladors de càrrega	80
12.6	Inversors	82
12.7	Càrregues de consum	83
12.8	Cablejat.....	84
12.9	Proteccions i posada a terra	84

13	Recepció i proves.....	85
14	Manteniment.....	86
14.1	Pla de manteniment preventiu	86
14.2	Pla de manteniment correctiu	87
14.3	Garantia	87
	ESTUDI ECONÒMIC.....	89
15	Pressupost.....	89
15.1	Instal·lació fotovoltaica.....	89
15.2	Cablejat.....	90
15.3	Proteccions	91
15.4	Mà d'obra	92
16	Resum	92
17	Cost de la instal·lació	93
17.1	Cost Watt Pic (Wp)	94
17.2	Als 25 anys	94
17.2.1	Cost kWh generat	94
17.2.2	Cost kWh consumit	96
17.2.3	Aprofitament de la instal·lació	97
17.3	Als 40 anys	97
17.3.1	Cost kWh generat	98
17.3.2	Cost kWh consumit	99
17.3.3	Aprofitament de la instal·lació	99
18	Viabilitat econòmica del projecte	100
	PLÀNOLS	101
	ANNEXES: FITXES TÈCNIQUES.....	110

MEMÒRIA

MEMÒRIA

1 Objecte del projecte

El present treball de fi de grau té per objecte el disseny i el dimensionament d'una instal·lació solar fotovoltaica aïllada per a l'abastiment elèctric del col·legi públic "Les Marjals", que es troba ubicat en la localitat d'Ondara, província d'Alacant.

La normativa i legislació emprada per a realitzar el present treball fi de grau, és la que es troba actualment vigent en matèria d'instal·lacions elèctriques de baixa tensió i d'energia solar fotovoltaica aïllada.

A partir de les dades proporcionades per les institucions municipals, s'ha realitzat un estudi de la potència instal·lada de la instal·lació donant un resultat de 65.402 W però per a fer obtindrà un funcionament similar al d'una instal·lació connectada a la xarxa, s'ha fet servir un potència màxima de 17.000 W, que es correspon potència contractada que es tenia amb la companyia elèctrica.

Per a poder cobrir les demandes energètiques de la instal·lació s'ha calculat que la instal·lació deurà comptar amb un total de 96 mòduls fotovoltaics de 330 W pic, donant com a resultat una potència pic de la instal·lació de 31.680 W.

Els mòduls fotovoltaics s'instal·laran en uns suports col·locats arran de terra amb una inclinació de 60 graus. El terreny a on s'instal·laran és propietat de l'ajuntament d'Ondara i es troba adjacent al col·legi.

Es faran servir únicament 2 reguladors de càrrega maximitzador, en aquests reguladors aniran connectats 8 línies en paral·lel de 6 mòduls fotovoltaics en sèrie cada línia.

Per a poder obtindrà una autonomia de 4 dies és necessari l'ús de bateries per a emmagatzemar l'energia, per tant s'ha calculat que seran necessàries 72 bateries de 4000 Ah.

Per a poder abastir a tota la instal·lació s'ha calculat que són necessaris 2 inversors de 12.000 W cadascun, oferint un total de 24.000 W, superior als 17.000 W que tenia el col·legi com a potència contractada amb la companyia elèctrica.

Així doncs, també s'ha realitzat el càlcul de les seccions de cable necessàries per a la connexió dels diferents elements abans mencionats, l'elecció i càlcul de les proteccions elèctriques necessàries i per últim la superfície ocupada i la distància mínima entre mòduls fotovoltaics per a evitar les pèrdues per l'efecte de l'ombra.

2 Justificació

2.1 Justificació acadèmica

Aquest treball de fi de grau té com a objectiu la finalització dels estudis en el grau d'enginyeria elèctrica i la demostració de la consolidació dels coneixements obtinguts al llarg d'aquests quatre anys. El present projecte abasta diferents àrees estudiades en el grau, des de la producció d'energia elèctrica a través d'energies renovables, l'estudi dels costos econòmics d'una instal·lació d'aquest tipus, els càlculs d'elements de la instal·lació i estudi de la normativa vigent en la matèria a dissenyar.

D'aquesta manera, ens proporciona un primer contacte en el món laboral, ja que la finalitat de la meua especialitat es la de l'estudi de les energies renovables i aquest treball fi de grau m'ajudarà a comprendre i endinsar els meus coneixements en aquest camp de l'enginyeria elèctrica.

Per últim, ens trobem en un moment de la historia en el que el futur de l'espècie humana passa per la transició cap a un model energètic totalment diferent de l'actual, doncs els combustibles fòssils i l'actual mode de producció ens estan abocant a un futur negre, un futur on no es pot assegurar si l'espècie humana podrà sobreviure o no. Per tant, com a enginyer elèctric pretenc mitjançant aquest treball demostrar la viabilitat de la sostenibilitat energètica prescindint de tota classe de combustible fòssil.

2.2 Justificació econòmica

Com s'ha dit abans un dels principals motius per a fer aquest projecte de final de grau és el factor ambiental però a aquest factor hem d'afegir també el factor econòmic.

Aquest tipus d'instal·lacions solars aïllades representen al llarg dels anys una alta rendibilitat i estalvi però a l'inici és necessari una alta inversió per a l'adquisició dels diferents equips necessaris i per a la instal·lació d'aquests. És per tant important senyalar que al tractar-se d'un edifici municipal aquest projecte podria ser objecte de subvencions europees, estatals o inclús autonòmiques, ajudant així a la inversió en l'inici del projecte.

D'aquesta manera, en aquest projecte serà necessari realitzar un estudi econòmic per a reflectir els costos tant de materials com d'instal·lació i també un estudi sobre l'amortització al llarg dels anys per saber si la instal·lació solar serà rendible econòmicament al llarg dels anys.

2.3 Justificació legal

Per a poder realitzar el present projecte s'ha seguit i tingut en compte la normativa i legislació que s'aplica a aquest tipus d'instal·lacions. La legislació a seguir en aquest projecte és la següent:

- Guia Tècnica d'aplicació BT-40
- Plec de condicions tècniques instal·lacions aïllades – IDAE
- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric
- Reial decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reial decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de xicoteta potència.
- Reial decret 413/2014, de 6 de juny, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.
- Reial decret 900/2015 de 9 d'octubre (derogat), pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum. Imposava el peatge de suport, també anomenat impost al Sol.
- Reial decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a baixa tensió.
- Reial decret llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial decret 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

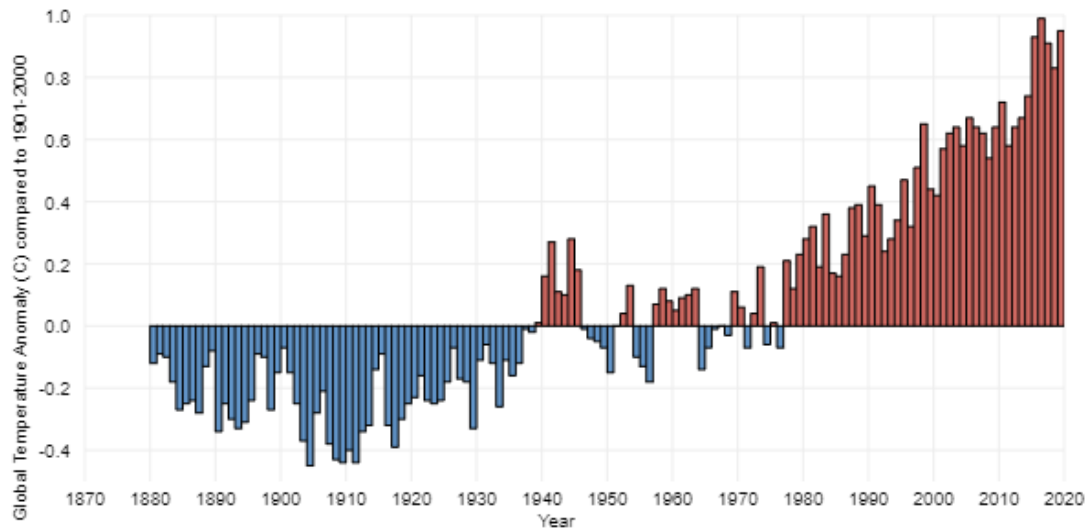
3 Una ullada al desenvolupament sostenible energètic

En aquest apartat, en primer lloc es realitzarà una contextualització del problema del canvi climàtic i com s'ha arribat al punt en el qual ens trobem actualment. Posteriorment es tractarà d'explicar en què consisteix el desenvolupament sostenible i els principals punts que defén i per últim i no menys important, s'introduirà teòricament l'energia solar i la situació d'aquesta a escala nacional.

3.1 Contextualització de la problemàtica ambiental i energètica

És sabut que al llarg de milions d'anys el clima en la Terra ha sigut molt inestable, passant d'èpoques de glaciacions a èpoques de sequeres, això combinat d'un gran nombre de catàstrofes naturals ha caracteritzat el clima de la Terra al llarg de la seua història. Actualment, ens trobem en el període anomenat Holocè, aquest període va sorgir fa uns deu mil anys quan l'espècie humana va canviar la seua relació amb la naturalesa a través de l'agricultura i, posteriorment creant diferents tipus de societats passant, entre d'altres, per la societat feudal fins a la societat capitalista, en la que ens trobem actualment.

El capitalisme que únicament existeix com a model socioeconòmic des de fa uns 300 anys ha provocat l'alteració de les condicions naturals característiques pròpies de l'Holocè, provocant l'augment de la temperatura mitjana mundial en 1 °C des de l'època preindustrial. El següent gràfic mostra aquesta tendència i ha sigut extret de l'agència NOAA i il·lustra les anomalies de la temperatura global des de 1880 (dades font) en comparació en la mitjana de l'any 1901 fins al 2000.



Il·lustració 1: Tendència de l'increment de temperatura global. Font: NOAA

Observant la gràfica es pot veure com la temperatura global ha augmentat a un ritme mitjà de 0.07 °C per dècada des de 1880 i a partir de 1981 ha duplicat el ritme passant a una mitjana de +0.18 °C.

A causa d'aquest increment anual de la temperatura els científics del Panell Internacional sobre Canvi Climàtic (IPCC, per les seues sigles en anglés), l'organisme internacional que lidera la lluita contra el canvi climàtic global. En el seu informe anomenat *“Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza”* afirmaven que l'augment de la temperatura global no hauria de superar els 1,5 °C. Segons l'IPCC:

“Els riscos relacionats amb el clima per als sistemes naturals i humans són majors amb un canvi climàtic global de 1,5 °C que els que existeixen actualment, però menors que amb un canvi climàtic global de 2 °C”

Aquest fet ha comportat el debat entre científics i ecologistes que ja no consideren que ens trobem en el període de l'Holocè. Per a una part dels científics, actualment ens trobem en un període que han anomenat “Antropocè”, aquest període pot definir-se com una nova era geològica que es caracteritza per l'augment en el poder i lesiú accionar de l'espècie humana sobre el planeta, especialment a partir dels últims dos segles. Per l'altra part, existeix una altra corrent dins del món científic en el qual critiquen aquest terme utilitzat,

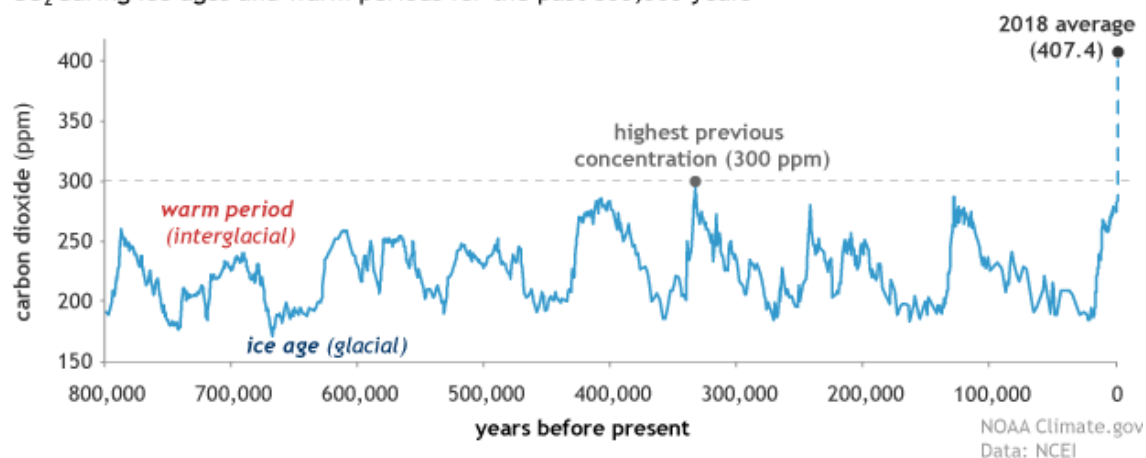
ja que el concepte d' "Antropocè" es refereix a la humanitat com una entitat indiferenciada, fet que no permet aprofundir sobre les causes i el context en el qual s'ha desenvolupat l'actual crisi ecològica.

Per altra banda, per a poder assolir aquest repte de no superar els 1,5 °C, l'IPCC mitjançant els diferents models matemàtics afirma el següent:

“En les trajectòries dels models en les quals el calfament no sobrepassa 1,5 °C o el sobrepassa de forma reduïda, les emissions antropògenes globals netes de CO2 disminueixen en un 45% aproximadament d'ací a 2030 respecte als nivells de 2010 (rang interquartílic del 40% al 60%) i són iguals a zero entorn de 2050 (rang interquartílic de 2045 a 2055). Perquè el calfament global no depasse el límit de 2 °C l'1 es calcula que les emissions de CO2 han de reduir-se aproximadament en un 25% d'ací a 2030 en la majoria de les trajectòries (rang interquartílic del 10% al 30%) i ser iguals a zero entorn de 2070 (rang interquartílic de 2065 a 2080).”

És important destacar que el principal motiu de l'augment continu de la temperatura mitjana de la Terra és conseqüència de la concentració de gasos d'efecte d'hivernacle en l'atmosfera des de la revolució industrial fins avui. Aquests gasos d'efecte d'hivernacle provenen especialment per la crema de combustibles fòssils (petroli, carbó, gas), però també per la desforestació i altres activitats productives com la ramaderia intensiva, generant conseqüències insospitades (i catastròfiques) en l'ambient i la biodiversitat. Aquesta dinàmica es pot observar en la següent gràfica extreta de l'agència NOAA.

CO₂ during ice ages and warm periods for the past 800,000 years



Il·lustració 2: Increment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle. Font: NOAA.

En la gràfica es pot observar com l'augment de la concentració de diòxid de carboni en l'atmosfera en els últims 60 anys ha assolit un ritme cent vegades major que els anteriors augments d'origen natural (edat de gel). Aquest fet ha provocat que en l'any 2018 s'haja assolit la xifra de 407,4 ppm de diòxid de carbó en l'atmosfera i s'espera que en els pròxims anys aquesta xifra siga molt més elevada.

Totes aquestes dades exposades no són únicament xifres científiques o estadístiques sinó que són la prova empírica de que el canvi climàtic està més present del que la majoria de la societat pensa. Davant aquesta perspectiva que ens està tocant viure, el paper de la

producció d'energia juga un paper fonamental per a subvertir el canvi climàtic i mitigar els seus efectes sobre nosaltres. En aquest camp, l'energia renovable ha de fer un pas al davant i presentar-se com l'única alternativa a solucionar aquest problema que posa en dubte la nostra existència com a espècie.

Per tant, plantejar el problema del canvi climàtic des d'una perspectiva de l'enginyeria elèctrica comporta realitzar projectes que tinguen com a objectiu la transició energètica d'espais tant públics com privats cap a la independència energètica, entesa esta com l'assoliment de l'autosuficiència energètica mitjançant l'ús d'energies renovables. Aquest fet pot ser essencial en el futur de l'energia elèctrica, provocant la descentralització i descarbonització de la producció. Convertint als consumidors d'energia en productors, i d'aquesta manera dotar a la societat d'un paper decisiu en l'àmbit energètic.

3.2 El desenvolupament sostenible

A mitjans del segle passat, davant la creixent magnitud de l'impacte ambiental de les activitats humanes i econòmiques sobre el medi ambient, el consum desmesurat d'una nova "classe mitjana" i el sistema de producció vigent (capitalista) va provocar que es desenvoluparen corrents en diferents camps ideològics que plantejaven el problema del desenvolupament de l'ésser humà i l'impacte ambiental que aquest provocava.

El desenvolupament sostenible és un concepte que apareix per primera vegada en l'informe titulat «Nuestro futuro común» de 1987, de la Comissió Mundial sobre el Medi Ambient y el Desenvolupament també anomenat "Informe Brundtland". Aquest informe va definir el desenvolupament sostenible com "*la satisfacció de les necessitats de la generació present sense comprometre la capacitat de les generacions futures per a satisfer les seues pròpies necessitats*".

En els últims anys el desenvolupament sostenible ha tingut un protagonisme important, així doncs, el 25 de setembre de l'any 2015, els polítics mundials es van comprometre a adoptar un conjunt d'objectius a escala global per a erradicar la pobresa, protegir el planeta i assegurar la prosperitat per a tots com a part d'una nova agenda de desenvolupament sostenible. Aquesta nova agenda de desenvolupament sostenible es veu plasmada en l'agenda realitzada per l'ONU coneguda com a "Objectius de Desenvolupament Sostenible".

En aquesta agenda s'indiquen 17 objectius, entre els quals es troben els següents:

- Fi de la pobresa
- Fam zero
- Salut i benestar
- Educació de qualitat
- Igualtat de gènere
- Aigua neta i sanejament
- Energia assequible i no contaminant
- Treball decent i creixement econòmic
- Indústria, innovació i infraestructura

- Reducció de les desigualtats
- Ciutats i comunitats sostenibles
- Producció i consum responsable
- Acció pel clima
- Vida submarina
- Vida d'ecosistemes terrestres
- Pau, justícia e institucions sòlides
- Aliances per a aconseguir els objectius

Dins d'aquests dèsset objectius, cal destacar l'objectiu "Energia assequible i no contaminant" el qual pretén que abans del 2030 es garantisca l'accés universal a una energia assequible, es millore l'eficiència energètica, la investigació en tecnologies renovables i per últim, la millora de la infraestructura energètica per a oferir serveis energètics moderns i sostenibles.

3.3 L'energia solar

L'energia solar és aquella que prové del sol, aquesta energia es rebuda en forma de radiació electromagnètica i pot ser utilitzada per a transformar tèrmicament la temperatura d'un fluid o també per a transformar l'energia solar en energia elèctrica.

Per tant podem trobar tres tipus d'energia solar, solar tèrmica, solar termoelèctrica i per últim solar fotovoltaica. A continuació es realitzarà una breu explicació de l'energia solar tèrmica i termoelèctrica i l'explicació de la solar fotovoltaica es realitzarà en l'apartat següent de manera més extensa, ja que el present treball de fi de grau té com a objectiu el disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica aïllada.

- **Energia solar tèrmica**

Aquesta tecnologia aprofita l'energia dels raigs solars per a fer-la servir en forma de calor, que es pot utilitzar directament, per exemple per a calfar una piscina o indirectament, com sistemes de calefacció, climatització...

El funcionament d'aquesta tecnologia és el següent, el sol calfa un captador o col·lector solar que transmet l'energia a un fluid que sol ser aigua que és aprofitat directament o acaba en un depòsit emmagatzemat per al seu ús posterior.

- **Energia solar termoelèctrica**

A diferència de la tèrmica habitual, la termoelèctrica o també anomenada tèrmica d'alta temperatura agrupa a un conjunt de tecnologies orientades a produir electricitat i no calor. Bàsicament consisteix a concentrar la llum solar mitjançant espills (heliòstats), cilindres o discos parabòlics per a assolir altes temperatures (més de 400 °C), que s'utilitza per a generar vapor i activar una turbina que produeix electricitat.

Els sistemes més utilitzats són els de torre central, és el tipus de planta més comuna i és denominada com central termoelèctrica de receptor central. Està integrada per una vasta superfície coberta de grans espills (heliòstats) que reflecteixen la radiació solar, concentrant-la en un petit punt.



Il·lustració 3: Instal·lació d'energia solar termoelèctrica de torre central.

I per últim tenim les centrals solars de discos parabòlics, en aquest tipus d'instal·lació les superfícies reflectants adopten una forma geomètrica d'un paraboloides de revolució, en el focus del paraboloides, a on es localitza el receptor, es concentra l'energia solar captada.



Il·lustració 4: Instal·lació d'energia solar termoelèctrica de discos parabòlics.

3.4 L'energia solar fotovoltaica

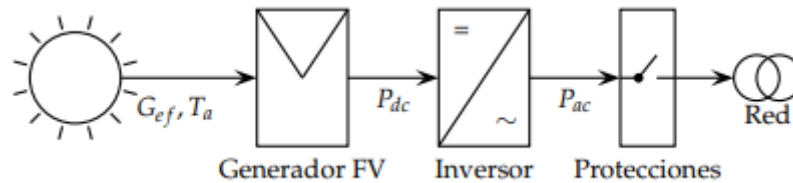
Segons l'IDAE, l'energia solar fotovoltaica aprofita la radiació solar transformant-la en energia elèctrica mitjançant l'efecte fotovoltaic, que consisteix en l'emissió d'electrons per un material quan se l'il·lumina amb radiació electromagnètica, en aquest cas radiació solar.

El principal element d'un sistema fotovoltaic és el mòdul fotovoltaic, compost per cèl·lules que transformen l'energia lluminosa que prové del sol en energia elèctrica en corrent continu. Els altres elements que formen part d'un sistema fotovoltaic depenen de l'aplicació a la qual estiga destinada la instal·lació. A grans trets els sistemes fotovoltaics es poden classificar en:

- Instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica.
- Instal·lacions autònomes o aïllades de la xarxa elèctrica.

3.4.1 Instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica

Una instal·lació connectada a la xarxa elèctrica és un sistema la funció del qual és produir energia elèctrica per a després injectar-la a la xarxa en condicions adequades. Es compon dels mòduls fotovoltaics, inversors DC/AC i un conjunt de proteccions elèctriques.



Il·lustració 5: Esquema del conjunt d'equips d'una instal·lació solar connectada a xarxa.

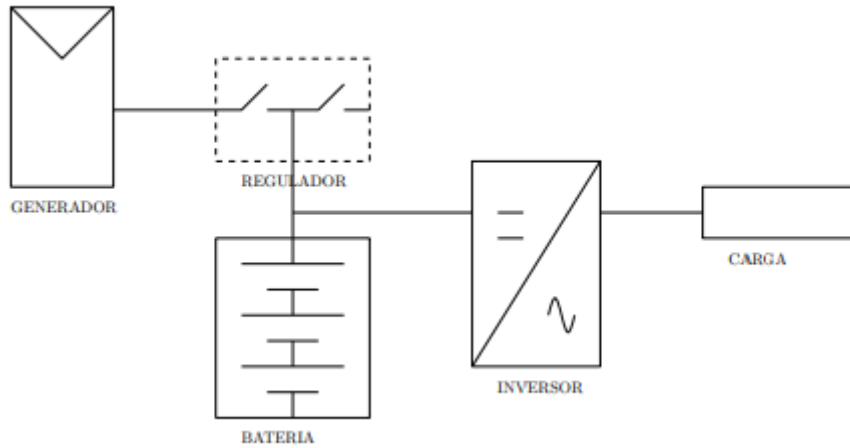
Aquest tipus d'instal·lació permet que l'energia elèctrica produïda siga consumida parcialment o totalment pel propietari de la instal·lació i l'energia sobrant (excedents) siga abocada a la xarxa per a la seua distribució a altres punts de consum. Així doncs, existeixen mecanismes pels quals el propietari del sistema pot rebre una compensació econòmica per l'energia elèctrica que intercanvia amb la xarxa.

3.4.2 Instal·lacions autònomes o aïllades de la xarxa elèctrica

Una instal·lació autònoma o aïllada de la xarxa elèctrica és un sistema la funció del qual és produir energia elèctrica per a satisfer el consum d'un conjunt de receptors que no estan connectats a la xarxa elèctrica. Per a poder complir aquesta funció es fa servir un sistema d'acumulació energètica per a fer front als períodes en els quals la generació és inferior al consum que presenten els receptors.

Aquest tipus d'instal·lació permet oferir un servei, en corrent continua a 12,24 o 48V o també en corrent alterna (fent servir un inversor DC/AC) a una tensió i freqüència equivalent a la xarxa elèctrica de distribució, 220V/50Hz.

Per entendre millor aquest sistema, es mostra a continuació l'esquema més habitual en una instal·lació aïllada de la xarxa elèctrica.



Il·lustració 6: Esquema del conjunt d'equips d'una instal·lació solar aïllada de la xarxa.

Després d'observar l'esquema es pot veure quins elements són els que formen la instal·lació aïllada, aquests són:

- El generador fotovoltaic (mòduls fotovoltaics).
- El regulador de càrrega.
- La bateria.
- L'inversor.
- Les càrregues o receptors elèctrics.

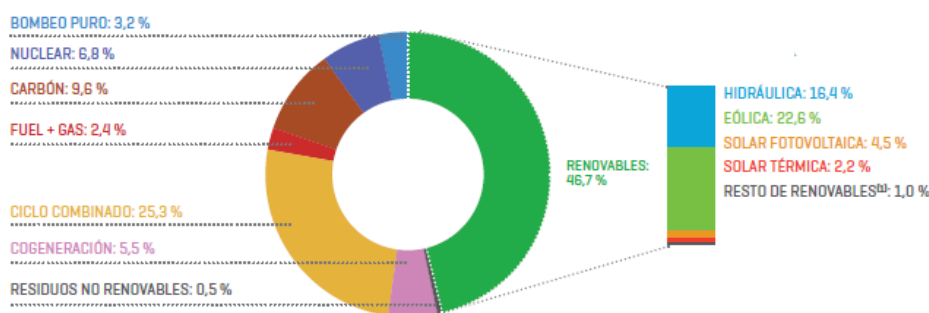
Aquests elements seran explicats d'una manera més ampla en l'apartat 5 del present document.

3.5 Situació de l'energia solar fotovoltaica a l'Estat Espanyol

Una vegada s'han explicat els principis teòrics de l'energia solar fotovoltaica, va a realitzar-se un anàlisi sobre quin paper té aquest tipus d'energia dins del mix elèctric de l'Estat Espanyol. Per a poder realitzar aquest anàlisi s'han fet servir les dades extretes de l'informe sobre energies renovables de l'any 2018 de REE (Red Elèctrica Espanyola) i també s'ha fet servir l'informe anual sobre energia solar fotovoltaica d'UNEF (Unió Espanyola Fotovoltaica).

Per començar i posar en context l'energia solar fotovoltaica, es farà una petita introducció del paper de l'energia renovable en el mix elèctric espanyol.

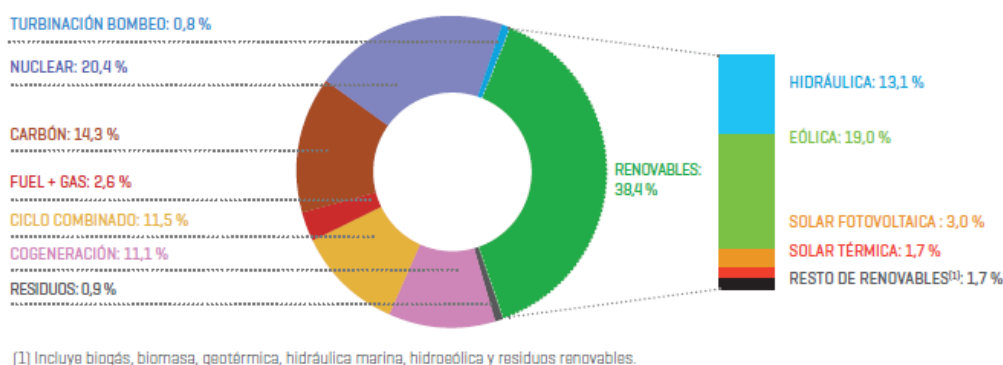
A finals de l'any 2018 a Espanya hi havia un total de 104.094 MW de potència total instal·lada dels quals 48.612 MW es corresponien a potència instal·lada renovable. Amb aquestes dades, l'energia renovable suposa un 46,7% del total de la potència instal·lada a escala nacional. A continuació s'adjunta un gràfic extret de l'informe anual del 2018 de REE.



Il·lustració 7: Potència total instal·lada a Espanya, 2018. Font: REE

Com es pot observar, la principal font d'energia renovable a escala nacional és l'energia eòlica amb un 22,6 % del total de la potència instal·lada, seguida de l'energia hidràulica amb un 16,4% i en tercer lloc l'energia solar fotovoltaica amb un 4,5%.

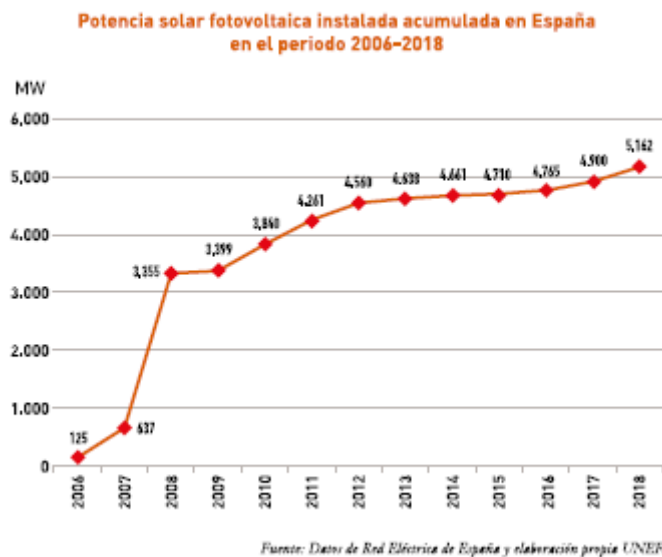
Quant a la generació d'electricitat amb fonts d'energia renovables a Espanya a la fi del 2018 va ascendir fins al 38% de la generació total, per damunt del 32% que va representar en l'any 2017. A continuació s'adjunta un gràfic extret de l'informe anual del 2018 de REE, on es veu reflectit el pes de l'energia renovable en la generació elèctrica a escala nacional en l'any 2018.



Il·lustració 8: Generació elèctrica per fonts energètiques a Espanya, 2018. Font: REE

Com es pot observar, quant a generació elèctrica l'energia eòlica segueix sent la principal font d'energia renovable tant en potència instal·lada com en generació elèctrica amb un 19%, seguida de l'energia hidràulica amb un 13,1% i en tercer lloc l'energia solar fotovoltaica amb un 3% del total de la generació elèctrica.

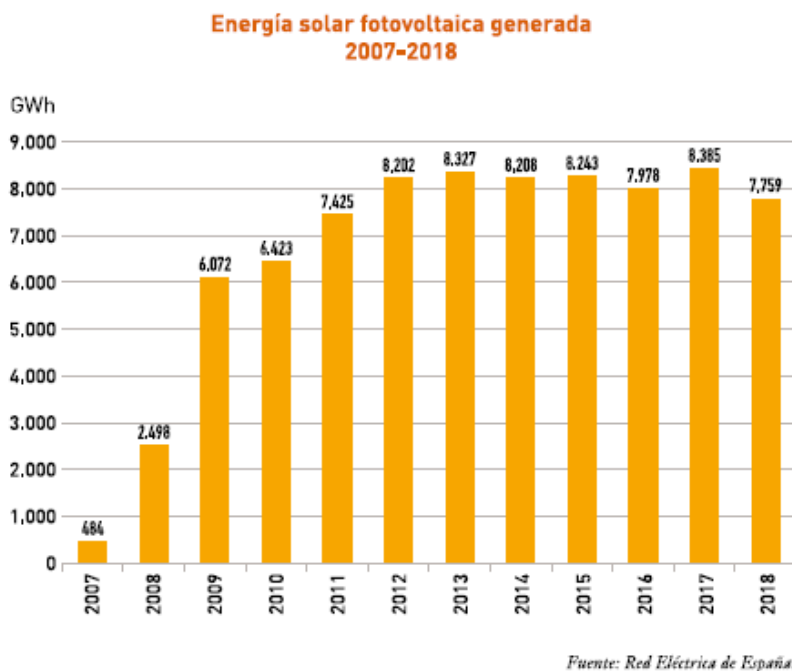
Evidentment l'energia solar fotovoltaica no és l'energia amb major pes en el mix elèctric dins de les energies renovables però ocupa un lloc important dins de les renovables. Per continuar amb el paper de l'energia solar fotovoltaica a l'Estat Espanyol, es repassarà el seu paper en els últims anys. D'entrada l'analitzar l'evolució de la generació fotovoltaica, es pot observar en el següent gràfic que en els últims anys s'ha caracteritzat per un estancament de la potència instal·lada.



Il·lustració 9: Evolució de la potència fotovoltaica instal·lada en Espanya. Font: UNEF.

Els increments més elevats de la fotovoltaica es registren en els anys 2007 i 2008, sent aquest últim on s'aconsegueix la xifra rècord de 2.718 nous MW. Aquest creixement continua fins a l'any 2013 amb més de 250 MW instal·lats cada any de mitjana, per a romandre des de llavors sense tot just variació.

Quant a la generació elèctrica que representa l'energia solar fotovoltaica, com s'ha dit a l'inici d'aquest apartat, aquesta ha representat un 3% de la generació elèctrica l'any 2018. La gràfica que s'exposa a continuació mostra una producció relativament constant, entorn dels 8.000 GWh de generació elèctrica però que s'ha vist reduïda lleugerament en l'any 2018, però mantenint-se en el 3%.



Il·lustració 10: Energia solar fotovoltaica generada a Espanya. Font: REE.

Després de veure l'anterior gràfica de la generació de l'energia solar fotovoltaica es pot pensar que aquesta es troba en un moment d'estancament però aquesta tendència s'ha vist alterada en l'any 2019, ja que s'ha realitzat la connexió d'uns 4 GW de projectes fotovoltaics guanyadors de les subhastes de l'any 2017. Amb l'entrada en funcionament d'aquests projectes fotovoltaics s'espera trencar de manera brusca amb l'estancament que pateix el sector.

Sens dubte el futur de l'energia solar fotovoltaica és prometedor en l'estat espanyol, l'adjudicació de nous contractes per a projectes de gran dimensió i l'aposta per part del govern central com dels autonòmics per a començar amb la transició energètica cap a un model energètic descarbonitzat, auguren un futur pròsper per a aquest tipus d'energia.

4 Dimensionament de la instal·lació

4.1 Emplaçament

La direcció de la instal·lació de la qual va a realitzar-se el següent estudi és en el carrer Mestre Serrano número 3 amb codi postal 03760 en la localitat d'Ondara, Alacant.

El local a on s'ubicarà la instal·lació és el col·legi públic "Les Marjals", un centre educatiu d'infantil per a xiquets de 3 a 6 anys.

A continuació es mostren dues figures de l'emplaçament d'aquesta instal·lació, la primera figura te a veure amb l'emplaçament geogràfic del col·legi i la segona figura amb la vista

satèl·lit del col·legi, on es pot veure els diferents espais on poden ser instal·lats els mòduls fotovoltaics de la instal·lació solar a estudiar.

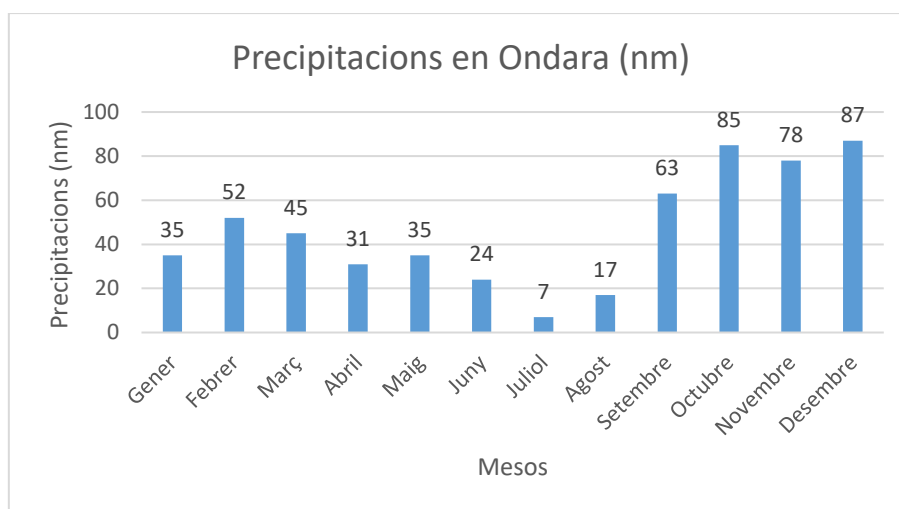


Il·lustració 11: Ubicació de la instal·lació.

4.2 Dades climatològiques

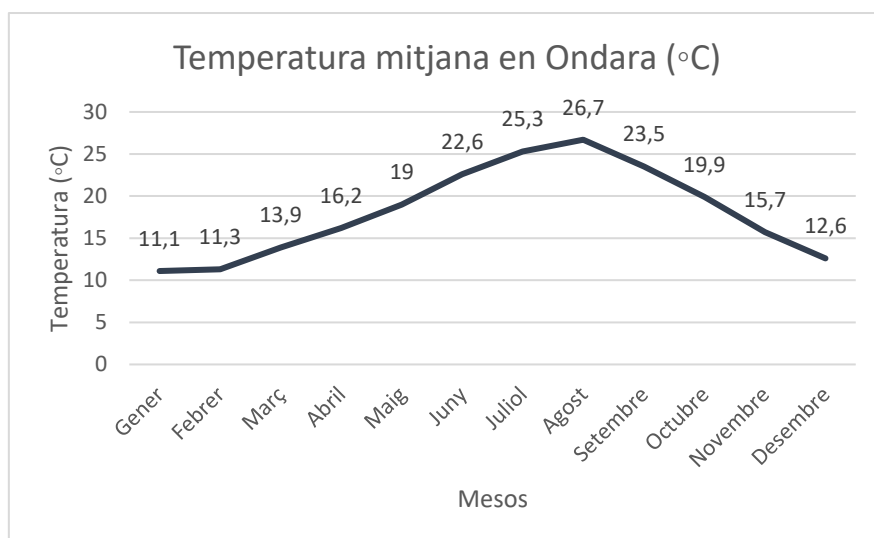
La climatologia d'Ondara segons la classificació climàtica de Köppen es correspon amb el clima **Csa**. Aquest és el clima mediterrani típic, es caracteritza pels seus hiverns amb temperatures suaus i uns estius secs, solejats i amb temperatures mitjanes per damunt dels 22 °C.

Es registren pocs dies de pluja a l'any i una forta sequera a l'estiu, encara que les precipitacions poden assolir una gran intensitat, fets són coneguts com "la gota freda", que se solen produir a la tardor i hivern. Així doncs, la mitja anual de precipitacions a la localitat d'Ondara és de 559 nm a l'any, amb la següent gràfica es pot veure el registre històric de precipitacions en Ondara.



Il·lustració 12: Precipitacions mensuals a Ondara.

Per continuar, la temperatura és un aspecte important per al bon funcionament de les plaques fotovoltaïques, ja que les altes temperatures poden afectar el seu rendiment fent que la producció siga menor a mesura que més elevades són les temperatures a les quals està exposades, uns 25 °C. En el cas d'Ondara, la temperatura mitjana anual és de 18.1 °C i la temperatura mitjana per mesos, ve donada pel següent gràfic.



Il·lustració 13: Temperatura mitjana mensual durant l'any a Ondara.

Al comprovar la gràfica es pot observar que en els mesos de juliol (25,3 °C) i agost (26,7 °C) se sobrepassen els 25 °C però no de forma brusca. De totes maneres s'elegirà un panel fotovoltaic policristal·lí, ja que aquest tipus de panels suporten millor les temperatures elevades, a més del sobredimensionament d'un 20% que s'ha establert a l'hora de realitzar els càlculs del nombre de mòduls fotovoltaics.

4.3 Demanda energètica

El col·legi a estudiar en aquest projecte té una superfície construïda de 1.347,65 m² i compta amb dues plantes, la planta baixa i la planta primera. Per poder conèixer els equips elèctrics i les lluminàries instal·lades, s'ha contactat amb les institucions municipals les quals han proporcionat una llista de tots els elements instal·lats en el col·legi "Les Marjals" per poder realitzar un estudi de consum.

Al mateix temps, també han proporcionat les factures elèctriques del col·legi, així doncs, es farà una comparació entre l'estudi de consum i els consums històrics.

Ara bé, els consums energètics que es faran servir per a realitzar els diferents càlculs per a elegir els equips de la instal·lació solar, seran els que s'han obtingut de les factures elèctriques proporcionades per la institució municipal corresponent, ja que aquests són més precisos i s'ajusten a la realitat.

4.3.1 Potència instal·lada

La potència instal·lada en wats del col·legi segons la planta, és la següent:

- PLANTA BAIXA:

Aparell	Potència (W)	Nombre d'elements	Potència total (W)
LED Regulable	10	51	510
LED	18	7	126
Plafó LED	15	10	150
Plafó LED de paret	15	3	45
Lluminària emergència	9	23	207
Forn	2.500	1	2.500
Termo elèctric	1.000	2	2.000
Seca mans	1.750	1	1.750
Megafonia	41	12	492
Projector de paret	282	5	1.410
Aire condicionat	1.300	6	7.800
Monitor	50	11	550
Ordinador	200	11	2.200
Potència total (W)			21.740

Taula 1. Potència instal·lada planta baixa

En la planta baixa, es disposa de un total de **21.740 W** de potència instal·lada

- SALA DE CALDERES:

Aparell	Potència (W)	Nombre d'elements	Potència total
Centraleta	750	1	750
Caldera	750	1	750
Cremador	750	1	750
Bomba	500	3	1.500
Potència total (W)			3.750

Taula 2. Potència instal·lada sala de calderes.

En la sala de calderes, es disposa de un total de **3.750 W** de potència instal·lada.

- PLANTA PRIMERA:

Aparell	Potència (W)	Nombre d'elements	Potència total
LED Regulable	10	54	540
LED	18	6	108
Plafó LED	15	9	135
Lluminària emergència	9	24	216
Megafonia	41	13	533
Projector de paret	282	5	1.410
Aire condicionat	1.300	9	11.700
Monitor	50	17	850
Ordinador	200	17	3.400
Impressora	120	1	120
Rentaplats	2.000	2	4.000
Camara frigorífica	2.000	3	6.000
Campana	200	1	200
Microones	1.200	1	1.200
Ascensor	9.500	1	9.500
Potència total (W)			39.912

Taula 3. Potència instal·lada planta primera.

En la planta primera, es disposa de un total de **39.912 W** de potència instal·lada.

En resum, la potència instal·lada total serà de **65.402 W.**

4.3.2 Estudi de consum energètic

En aquest apartat, es realitzarà un estudi detallat dels consums de cada element de la instal·lació exposats anteriorment. Aquest estudi es realitza perquè és necessari conèixer el consum energètic total de la instal·lació per poder calcular el CMD, coeficient més desfavorable, que es calcularà posteriorment en l'apartat 6.1. i es farà servir per a elegir l'angle d'inclinació òptim dels mòduls fotovoltaics i el número de mòduls fotovoltaics a instal·lar.

Cal dir que el consum es aproximat i està basat en el nombre d'hores en el que el col·legi està obert. Per obtenir uns consums més exactes i que ens proporcionen unes dades precises, cal anar a les factures elèctriques emeses per la companyia elèctrica, en cas de no poder obtenir aquestes dades és quan es fan servir els consums energètics calculats de forma aproximada.

Al mateix temps, s'han d'establir les dades d'apertura que té'l centre així com l'horari que presenta. Per a poder saber els dies lectius/laborals s'ha fet servir el calendari de docència que presenta l'institut I.E.S Xebic del curs 17-18 i 18-19 i per saber l'horari del centre educatiu s'ha obtingut mitjançant la web de "La Veu d'Ondara". A continuació es presenten els dies lectius/laborals per mesos i l'horari.

Mesos	Dies lectius/laborals
Gener	18
Febrer	20
Març	19
Abril	14
Maig	22
Juny	14
Juliol	14
Agost	10
Setembre	15
Octubre	21
Novembre	20
Desembre	13

Taula 4. Dies laborals mensuals.

	Classes	Comedor	Activitats extra	Hores totals
Octubre a maig	9 - 14 h	14 - 15:30 h	15:30 - 17 h	8
Setembre i juny	9-13 h	13 - 14:30 h		5,5

Taula 5. Horari col·legi.

Per continuar, aquest estudi sobre el consum total del col·legi, estarà determinat per la mitja de consum de cada receptor elèctric durant els dies lectius/laborals que s'han establert abans. Cal dir que segons l'època de l'any i les condicions climatològiques en la que ens trobem es faran servir uns receptors més que altres.

Així doncs, s'exposarà per cada mes una taula sobre els receptors elèctrics del col·legi, la seua potència nominal, l'ús diari d'utilització, el nombre d'elements i per últim la potència consumida/hora per dia i per mes.

GENER	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	5	51	2,55	45,9
	LED	18	5	7	0,63	11,34
	Plafó LED	15	5	10	0,75	13,5
	Plafó LED de paret	15	5	3	0,225	4,05
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	89,424
	Forn	2.500	1	1	2,5	45
	Termo	2.000	1	1	2	36
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	63
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	4,428
	Projector de paret	282	3	5	4,23	76,14
	Aire condicionat	1.300	0	5	0	0
	Monitor	50	3	11	1,65	29,7
	Ordinador	200	3	11	6,6	118,8
Planta primera						
	LED Regulable	10	5	54	2,7	48,6
	LED	18	5	6	0,54	9,72
	Plafó LED	15	5	9	0,675	12,15
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	93,312
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	4,797
	Projector de paret	282	3	5	4,23	76,14
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	3	17	2,55	45,9
	Ordinador	200	3	17	10,2	183,6
	Rentaplats	2.000	2	2	8	144
	Cámara frigorífica	2.000	1	3	6	108
	Campana	200	2	1	0,4	7,2
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	64,8
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	85,5
Sala calderes						
	Centraleta	750	24	1	18	324
	Caldera	750	24	1	18	324
	Cremador	750	5	1	3,75	67,5
	Bomba	500	5	3	7,5	135
TOTAL					126,1945	2.271,501

Taula 6. Consum energètic gener.

FEBRER	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	4	51	2,04	40,8
	LED	18	4	7	0,504	10,08
	Plafó LED	15	4	10	0,6	12
	Plafó LED de paret	15	4	3	0,18	3,6
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	99,36
	Forn	2.500	1	1	2,5	50
	Termo	2.000	1	1	2	40
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	70
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	4,92
	Projector de paret	282	3	5	4,23	84,6
	Aire condicionat	1.300	0	5	0	0
	Monitor	50	3	11	1,65	33
	Ordinador	200	3	11	6,6	132
Planta primera						
	LED Regulable	10	4	54	2,16	43,2
	LED	18	4	6	0,432	8,64
	Plafó LED	15	4	9	0,54	10,8
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	103,68
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	5,33
	Projector de paret	282	5	5	7,05	141
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	3	17	2,55	51
	Ordinador	200	3	17	10,2	204
	Rentaplats	2.000	2	2	8	160
	Camara frigorífica	2.000	1	3	6	120
	Campana	200	1	1	0,2	4
	Microones	1.200	1,5	1	1,8	36
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	95
Sala calderes						
	Centraleta	750	24	1	18	360
	Caldera	750	24	1	18	360
	Cremador	750	5	1	3,75	75
	Bomba	500	5	3	7,5	150
TOTAL					125,4005	2.508,01

Taula 7. Consum energètic febrer.

MARÇ	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	3	51	1,53	29,07
	LED	18	3	7	0,378	7,182
	Plafó LED	15	3	10	0,45	8,55
	Plafó LED de paret	15	3	3	0,135	2,565
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	94,392
	Forn	2.500	1	1	2,5	47,5
	Termo	2.000	1	1	2	38
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	66,5
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	4,674
	Projector de paret	282	3	5	4,23	80,37
	Aire condicionat	1.300	0	5	0	0
	Monitor	50	3	11	1,65	31,35
	Ordinador	200	3	11	6,6	125,4
Planta primera						
	LED Regulable	10	3	54	1,62	30,78
	LED	18	3	6	0,324	6,156
	Plafó LED	15	3	9	0,405	7,695
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	98,496
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	5,0635
	Projector de paret	282	5	5	7,05	133,95
	Aire condicionat	1.300		6	7,8	148,2
	Monitor	50	3	17	2,55	48,45
	Ordinador	200	3	17	10,2	193,8
	Rentaplats	2.000	2	2	8	152
	Camara frigorífica	2.000	1	3	6	114
	Campana	200	2	1	0,4	7,6
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	68,4
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	90,25
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					86,3365	1.640,3935

Taula 8. Consum energètic març.

ABRIL	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	3	51	1,53	21,42
	LED	18	3	7	0,378	5,292
	Plafó LED	15	3	10	0,45	6,3
	Plafó LED de paret	15	3	3	0,135	1,89
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	69,552
	Forn	2.500	1	1	2,5	35
	Termo	2.000	1	1	2	28
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	49
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	3,444
	Projector de paret	282	3	5	4,23	59,22
	Aire condicionat	1.300	1	5	6,5	91
	Monitor	50	3	11	1,65	23,1
	Ordinador	200	3	11	6,6	92,4
Planta primera						
	LED Regulable	10	3	54	1,62	22,68
	LED	18	3	6	0,324	4,536
	Plafó LED	15	3	9	0,405	5,67
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	72,576
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	3,731
	Projector de paret	282	5	5	7,05	98,7
	Aire condicionat	1.300	1	6	7,8	109,2
	Monitor	50	3	17	2,55	35,7
	Ordinador	200	3	17	10,2	142,8
	Rentaplats	2.000	2	2	8	112
	Camara frigorífica	2.000	1,5	3	9	126
	Campana	200	2	1	0,4	5,6
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	50,4
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	66,5
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					95,8365	1.341,711

Taula 9. Consum energètic abril.

MAIG	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	2	51	1,02	22,44
	LED	18	2	7	0,252	5,544
	Plafó LED	15	2	10	0,3	6,6
	Plafó LED de paret	15	2	3	0,09	1,98
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	109,296
	Forn	2.500	1	1	2,5	55
	Termo	2.000	1	1	2	44
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	77
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	5,412
	Projector de paret	282	3	5	4,23	93,06
	Aire condicionat	1.300	2	5	13	286
	Monitor	50	2	11	1,1	24,2
	Ordinador	200	2	11	4,4	96,8
Planta primera						
	LED Regulable	10	2	54	1,08	23,76
	LED	18	2	6	0,216	4,752
	Plafó LED	15	2	9	0,27	5,94
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	114,048
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	5,863
	Projector de paret	282	5	5	7,05	155,1
	Aire condicionat	1.300	1,5	6	11,7	257,4
	Monitor	50	2	17	1,7	37,4
	Ordinador	200	2	17	6,8	149,6
	Rentaplats	2.000	2	2	8	176
	Camara frigorífica	2.000	1	3	6	132
	Campana	200	1	1	0,2	4,4
	Microones	1.200	1	2	2,4	52,8
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	104,5
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					93,2225	2.050,895

Taula 10. Consum energètic maig.

JUNY	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	2	51	1,02	14,28
	LED	18	2	7	0,252	3,528
	Plafó LED	15	2	10	0,3	4,2
	Plafó LED de paret	15	2	3	0,09	1,26
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	69,552
	Forn	2.500	1	1	2,5	35
	Termo	2.000	1	1	2	28
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	49
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	3,444
	Projector de paret	282	2	5	2,82	39,48
	Aire condicionat	1.300	5,5	5	35,75	500,5
	Monitor	50	1	11	0,55	7,7
	Ordinador	200	1	11	2,2	30,8
Planta primera						
	LED Regulable	10	2	54	1,08	15,12
	LED	18	2	6	0,216	3,024
	Plafó LED	15	2	9	0,27	3,78
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	72,576
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	3,731
	Projector de paret	282	2	5	2,82	39,48
	Aire condicionat	1.300	5,5	6	42,9	600,6
	Monitor	50	1	17	0,85	11,9
	Ordinador	200	1	17	3,4	47,6
	Rentaplats	2.000	2	2	8	112
	Camara frigorífica	2.000	1	3	6	84
	Campana	200	1	1	0,2	2,8
	Microones	1.200	1	2	2,4	33,6
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	66,5
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					134,5325	1.883,455

Taula 11. Consum energètic juny.

JULIOL	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	2	51	1,02	14,28
	LED	18	2	7	0,252	3,528
	Plafó LED	15	2	10	0,3	4,2
	Plafó LED de paret	15	2	3	0,09	1,26
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	69,552
	Forn	2.500	0	1	0	0
	Termo	2.000	0	1	0	0
	Secà mans	1.750	0	2	0	0
	Megafonia	41	0	12	0	0
	Projector de paret	282	0	5	0	0
	Aire condicionat	1.300	5,5	5	35,75	500,5
	Monitor	50	1	11	0,55	7,7
	Ordinador	200	1	11	2,2	30,8
Planta primera						
	LED Regulable	10	0	54	0	0
	LED	18	0	6	0	0
	Plafó LED	15	0	9	0	0
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	72,576
	Megafonia	41	0	13	0	0
	Projector de paret	282	0	5	0	0
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	0	17	0	0
	Ordinador	200	0	17	0	0
	Rentaplats	2.000	0	2	0	0
	Camara frigorífica	2.000	0	3	0	0
	Campana	200	0	1	0	0
	Microones	1.200	0	2	0	0
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	66,5
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					55,064	770,896

Taula 12. Consum energètic juliol.

AGOST	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	2	51	1,02	10,2
	LED	18	2	7	0,252	2,52
	Plafó LED	15	2	10	0,3	3
	Plafó LED de paret	15	2	3	0,09	0,9
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	49,68
	Forn	2.500	0	1	0	0
	Termo	2.000	0	1	0	0
	Secà mans	1.750	0	2	0	0
	Megafonia	41	0	12	0	0
	Projector de paret	282	0	5	0	0
	Aire condicionat	1.300	5,5	5	35,75	357,5
	Monitor	50	2	11	1,1	11
	Ordinador	200	2	11	4,4	44
Planta primera						
	LED Regulable	10	0	54	0	0
	LED	18	0	6	0	0
	Plafó LED	15	0	9	0	0
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	51,84
	Megafonia	41	0	13	0	0
	Projector de paret	282	0	5	0	0
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	0	17	0	0
	Ordinador	200	0	17	0	0
	Rentaplats	2.000	0	2	0	0
	Camara frigorífica	2.000	0	3	0	0
	Campana	200	0	1	0	0
	Microones	1.200	0	2	0	0
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	47,5
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					57,814	578,14

Taula 13. Consum energètic agost.

SETEMBRE	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	5	51	2,55	38,25
	LED	18	5	7	0,63	9,45
	Plafó LED	15	5	10	0,75	11,25
	Plafó LED de paret	15	5	3	0,225	3,375
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	74,52
	Forn	2.500	2	1	5	75
	Termo	2.000	1,5	1	3	45
	Secà mans	1.750	1	2	3,5	52,5
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	3,69
	Projector de paret	282	5	5	7,05	105,75
	Aire condicionat	1.300	2	5	13	195
	Monitor	50	4	11	2,2	33
	Ordinador	200	4	11	8,8	132
Planta primera						
	LED Regulable	10	5	54	2,7	40,5
	LED	18	5	6	0,54	8,1
	Plafó LED	15	5	9	0,675	10,125
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	77,76
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	3,9975
	Projector de paret	282	5	5	7,05	105,75
	Aire condicionat	1.300	2	6	15,6	234
	Monitor	50	4	17	3,4	51
	Ordinador	200	4	17	13,6	204
	Rentaplats	2.000	1	2	4	60
	Camara frigorífica	2.000	2	3	12	180
	Campana	200	1	1	0,2	3
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	54
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	71,25
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					125,4845	1.882,2675

Taula 14. Consum energètic setembre.

OCTUBRE	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	5	51	2,55	53,55
	LED	18	5	7	0,63	13,23
	Plafó LED	15	5	10	0,75	15,75
	Plafó LED de paret	15	5	3	0,225	4,725
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	104,328
	Forn	2.500	1	1	2,5	52,5
	Termo	2.000	1	1	2	42
	Secà mans	1.750	2	2	7	147
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	5,166
	Projector de paret	282	5	5	7,05	148,05
	Aire condicionat	1.300	0	5	0	0
	Monitor	50	3	11	1,65	34,65
	Ordinador	200	3	11	6,6	138,6
Planta primera						
	LED Regulable	10	5	54	2,7	56,7
	LED	18	5	6	0,54	11,34
	Plafó LED	15	5	9	0,675	14,175
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	108,864
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	5,5965
	Projector de paret	282	5	5	7,05	148,05
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	3	17	2,55	53,55
	Ordinador	200	3	17	10,2	214,2
	Rentaplats	2.000	2	2	8	168
	Camara frigorífica	2.000	1,5	3	9	189
	Campana	200	2	1	0,4	8,4
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	75,6
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	99,75
Sala calderes						
	Centraleta	750	0	1	0	0
	Caldera	750	0	1	0	0
	Cremador	750	0	1	0	0
	Bomba	500	0	3	0	0
TOTAL					91,0845	1.912,7745

Taula 15. Consum energètic octubre.

NOVEMBRE	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW-h/dia)	Energia consumida/mes (kW-h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	5	51	2,55	51
	LED	18	5	7	0,63	12,6
	Plafó LED	15	5	10	0,75	15
	Plafó LED de paret	15	5	3	0,225	4,5
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	99,36
	Forn	2.500	1,5	1	3,75	75
	Termo	2.000	1	1	2	40
	Secà mans	1.750	2	2	7	140
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	4,92
	Projector de paret	282	3	5	4,23	84,6
	Aire condicionat	1.300	0	5	0	0
	Monitor	50	2	11	1,1	22
	Ordinador	200	2	11	4,4	88
Planta primera						
	LED Regulable	10	5	54	2,7	54
	LED	18	5	6	0,54	10,8
	Plafó LED	15	5	9	0,675	13,5
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	103,68
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	5,33
	Projector de paret	282	5	5	7,05	141
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	2	17	1,7	34
	Ordinador	200	2	17	6,8	136
	Rentaplats	2.000	2	2	8	160
	Camara frigorífica	2.000	1	3	6	120
	Campana	200	2	1	0,4	8
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	72
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	95
Sala calderes						
	Centraleta	750	24	1	18	360
	Caldera	750	24	1	18	360
	Cremador	750	2	1	1,5	30
	Bomba	500	2	3	3	60
TOTAL					120,0145	2.400,29

Taula 16. Consum energètic novembre.

DESEMBRE	Element	Potència (W)	Temps d'ús diari (h)	Unitats	Energia consumida/dia (kW·h/dia)	Energia consumida/mes (kW·h/mes)
Planta baixa						
	LED Regulable	10	2	51	1,02	13,26
	LED	18	2	7	0,252	3,276
	Plafó LED	15	2	10	0,3	3,9
	Plafó LED de paret	15	2	3	0,09	1,17
	Lluminària emergència	9	24	23	4,968	64,584
	Forn	2.500	1,5	1	3,75	48,75
	Termo	2.000	1	1	2	26
	Secà mans	1.750	2	2	7	91
	Megafonia	41	0,5	12	0,246	3,198
	Projector de paret	282	5	5	7,05	91,65
	Aire condicionat	1.300	0	5	0	0
	Monitor	50	2	11	1,1	14,3
	Ordinador	200	2	11	4,4	57,2
Planta primera						
	LED Regulable	10	2	54	1,08	14,04
	LED	18	2	6	0,216	2,808
	Plafó LED	15	2	9	0,27	3,51
	Lluminària emergència	9	24	24	5,184	67,392
	Megafonia	41	0,5	13	0,2665	3,4645
	Projector de paret	282	5	5	7,05	91,65
	Aire condicionat	1.300	0	6	0	0
	Monitor	50	2	17	1,7	22,1
	Ordinador	200	2	17	6,8	88,4
	Rentaplats	2.000	2	2	8	104
	Camara frigorífica	2.000	1,5	3	9	117
	Campana	200	2	1	0,4	5,2
	Microones	1.200	1,5	2	3,6	46,8
	Ascensor	9.500	0,5	1	4,75	61,75
Sala calderes						
	Centraleta	750	24	1	18	234
	Caldera	750	24	1	18	234
	Cremador	750	5	1	3,75	48,75
	Bomba	500	5	3	7,5	97,5
TOTAL					127,7425	1.660,6525

Taula 17. Consum energètic desembre.

4.3.3 Consum energètic real

A partir de les factures elèctriques que les institucions municipals han proporcionat per a aquest projecte, s'ha seleccionat el període de 2018, per a estudiar els consums del col·legi públic "Les Marjals".

Les factures elèctriques han proporcionat les dades de potència contractada, que es farà servir per a elegir l'inversor i per altra banda ha proporcionat els consums elèctrics reals per mesos de la instal·lació a estudiar.

En els annexes, es poden veure les factures elèctriques corresponents.

Al marge d'això, amb les següents taules es pot veure l'energia elèctrica consumida (kW·h), segons la discriminació horària, ja que es disposa d'una tarifa elèctrica de discriminació horària que es classifica en:

- Període punta.
- Període pla.
- Període vall.

	Gener	Febrer	Març	Abril
Potència Vall (kW·h)	176	125	135	125
Potència Plana (kW·h)	1.757	1.742	1.080	756
Potència Punta (kW·h)	372	326	312	467
Potència total (kW·h)	2.305	2.193	1.527	1.348

Taula 18. Consum energètic segons la discriminació horària.

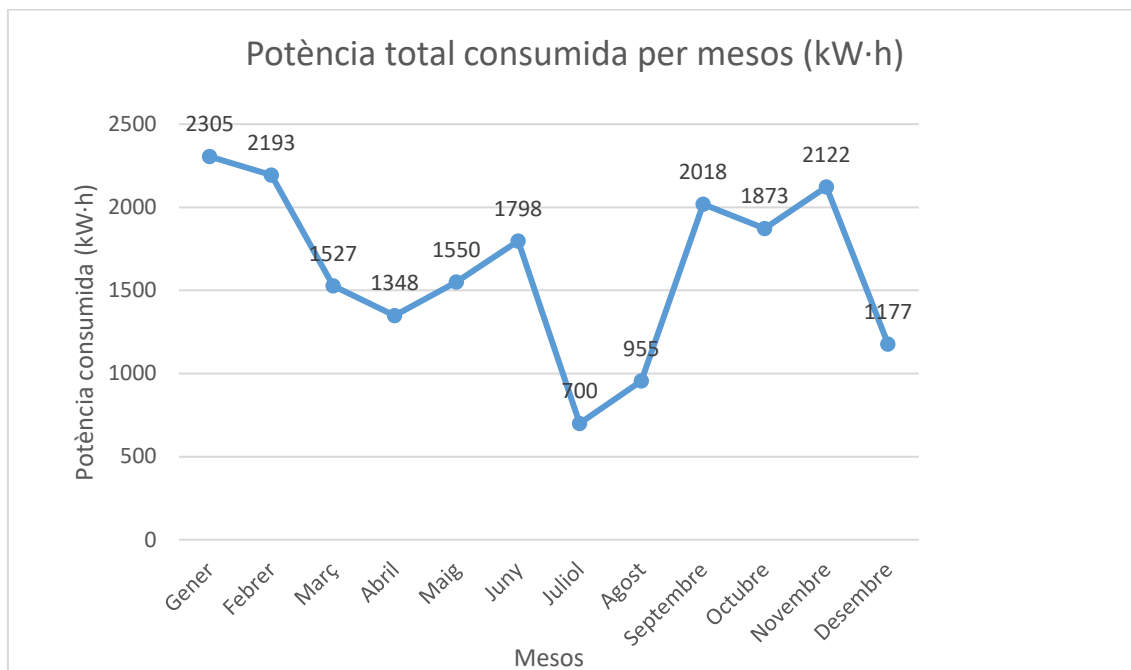
	Maig	Juny	Juliol	Agost
Potència Vall (kW·h)	131	125	100	129
Potència Plana (kW·h)	859	1.000	329	393
Potència Punta (kW·h)	560	673	271	433
Potència total (kW·h)	1.550	1.798	700	955

Taula 19. Consum energètic segons la discriminació horària.

	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Potència Vall (kW·h)	101	143	153	114
Potència Plana (kW·h)	1.165	1.179	1.602	822
Potència Punta (kW·h)	752	551	367	241
Potència total (kW·h)	2.018	1.873	2.122	1.177

Taula 20. Consum energètic segons la discriminació horària.

Una vegada, exposats els consums històrics segons la seua discriminació horària, s'ha realitzat un gràfic per poder veure en quins mesos existeix un major consum en la instal·lació a estudiar.



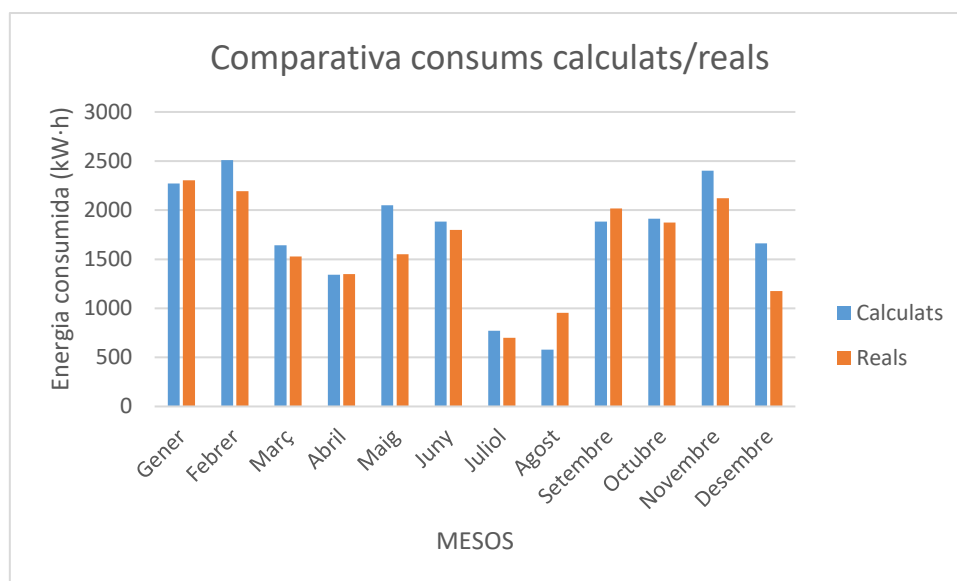
Il·lustració 14. Gràfic del consums reals per mesos.

Com es pot observar, els mesos amb major consum es correspon amb gener amb 2.305 kW·h seguit de febrer amb 2.193 kW·h i el que menys consum elèctric presenta 700 kW·h que es correspon amb juliol, seguit d'agost amb 955 kW·h.

Els mesos amb menys consum (juliol i agost) coincideixen, com era d'esperar, amb les vacances d'estiu.

4.3.4 Comparativa de consums.

Una vegada calculats el consum de forma aproximada i obtingut per una altra banda els consums reals mitjançant les factures elèctriques de la instal·lació, es passa a comparar aquests consums.



Il·lustració 15. Gràfic comparatiu entre els consums reals i els calculats.

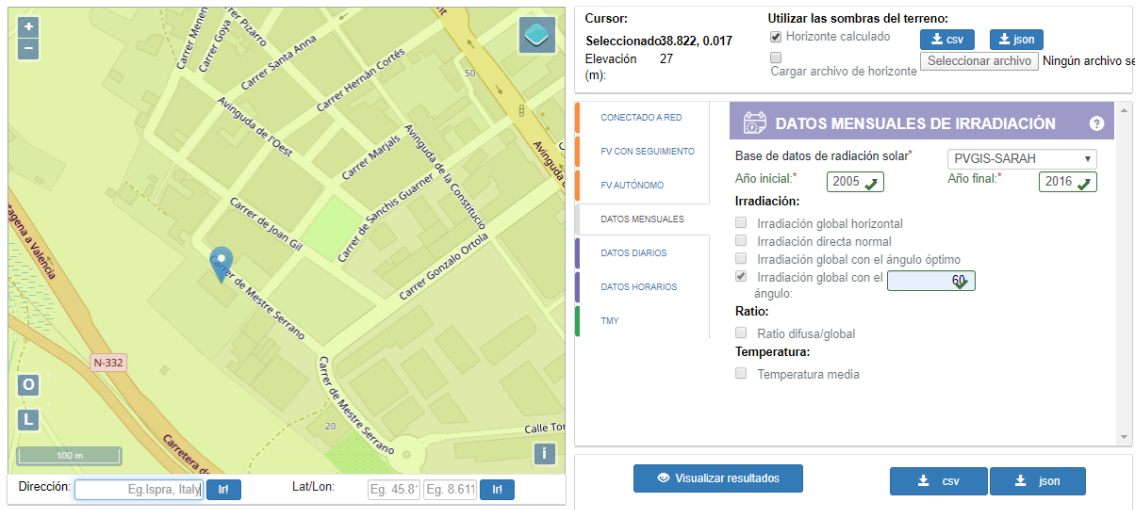
Com es pot observar, en alguns mesos el consum estimat és superior al valor real obtingut de les factures elèctriques, com és el cas de febrer, març o novembre o també passa que en alguns mesos els consums estimats es queden per davall del valor real com pot ser el cas d'agost.

D'aquesta manera, per a realitzar els càlculs es faran servir els valors reals obtinguts de les factures elèctriques proporcionades per les institucions municipals.

4.4 Condicions de radiació

Per a obtenir la radiació anual en la ubicació a on va a realitzar-se la instal·lació s'ha fet servir la ferramenta digital que ens serveix per a veure la radiació solar aproximada en qualsevol localitat d'Europa, aquesta ferramenta és proporcionada per la pàgina web del PV-GIS.

Aquesta ferramenta ens permet poder obtenir la radiació solar que s'obtidran en els mòduls fotovoltaics segons l'angle d'inclinació d'aquests. D'aquesta manera es pot saber la inclinació més recomanable per a la instal·lació a dissenyar.



Il·lustració 16. Ferramenta on-line PV-GIS.

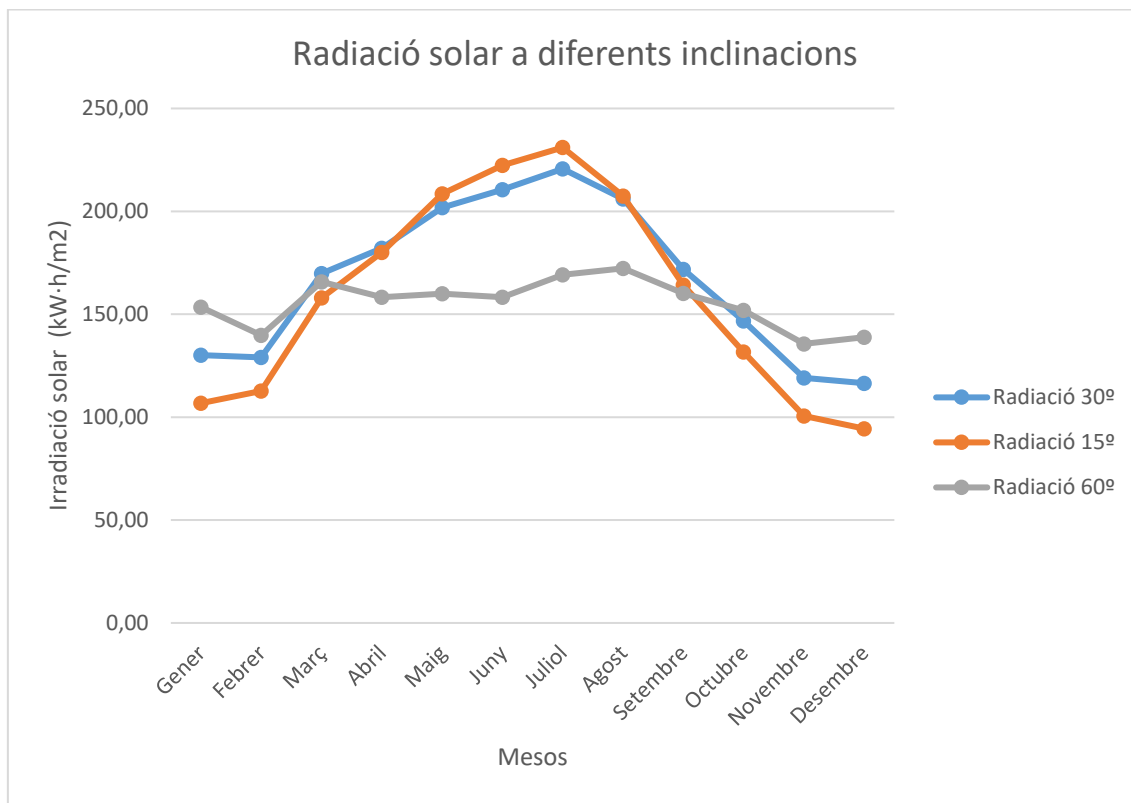
Una volta s'ha elegit l'angle amb el qual és vol obtindre la radiació, s'obté una taula amb els valors mensuals de la radiació durant cada any, des de 2005 fins al 2016. Una vegada obtinguts aquests valors, es realitza una mitja entre tots els valors anuals i s'obté una mitja de radiació mensual ($\text{Kwh/m}^2/\text{mes}$) amb la inclinació seleccionada.

Per al present estudi, s'ha obtingut la radiació solar per a unes inclinacions de 15, 30 i 60 graus. A continuació, es mostra una taula amb els valors de la radiació solar per a cada angle seleccionat.

MES	$\text{kWh/m}^2/\text{mes}$ 15°	$\text{kWh/m}^2/\text{mes}$ 30°	$\text{kWh/m}^2/\text{mes}$ 60°
Gener	106,80	130,07	153,46
Febrer	112,75	128,99	139,78
Març	157,99	169,87	165,81
Abril	180,03	182,03	158,30
Maig	208,52	201,84	159,94
Juny	222,37	210,48	158,31
Juliol	231,04	220,66	169,25
Agost	207,50	206,06	172,32
Setembre	164,27	171,79	160,13
Octubre	131,65	146,75	151,95
Novembre	100,64	119,02	135,64
Desembre	94,42	116,51	138,87
ANUAL	1.917,99	2.004,06	1.863,74

Taula 21. Radiació solar per a diferents inclinacions seleccionades.

Després de obtenir els anteriors resultats, es pot veure que la diferència de radiació solar al llarg de l'any és pràcticament igual entre les diferents inclinacions però si s'analitzen les dades mitjançant una gràfica, el resultat és el següent:



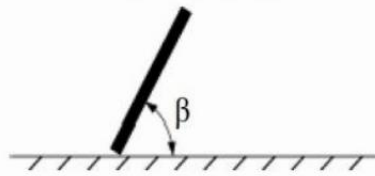
Il·lustració 17. Gràfic de la radiació solar per mesos per a cada angle d'inclinació.

Així doncs, després d'observar la gràfica s'observa que cada inclinació és més òptima per a cada mes o estació. Com es pot veure la línia més anivellada amb menor variació entre l'hivern i l'estiu és la de 60°. El gràfics de 15° i 30° són molt similars i indiquen que són òptims per a l'estiu però en els mesos d'hivern no.

En el present cas, l'angle d'inclinació s'elegirà una vegada s'haja realitzat l'estudi de consums de la instal·lació, per a veure els mesos amb major consum i realitzar el càlcul del quocient més desfavorable que ens indicarà quina inclinació és la més adequada segons el consums i la radiació solar.

4.5 Inclinació òptima

La irradiació solar que incideix sobre el mòdul fotovoltaic pot variar en funció de l'angle que forma aquest amb l'horitzontal (inclinació). Així doncs, en funció de la inclinació, la captació d'energia solar pot variar.



Il·lustració 18. Angle d'inclinació del mòdul fotovoltaic. Font: IDAE.

La inclinació òptima de la instal·lació pot variar al llarg de l'any, per tant, per a una instal·lació de mòduls fixes com és en el present cas, es sol escollir un valor d'inclinació per a la màxima potencia mitja rebuda anualment.

Així doncs, s'elegirà una inclinació o una altra en funció de si el seu ús és en hivern (desembre), en estiu (juliol) o anual. En el present cas, l'ús és anual, ja que es tracta d'un col·legi públic. Encara que el mes de juliol presenta un consum menys elevat respecte a la resta, farem servir un angle d'inclinació anual.

Una vegada s'han obtingut els consums de la instal·lació i junt amb la irradiació que s'obté en el lloc on es realitza la instal·lació, es pot elegir la inclinació més òptima per a la instal·lació, mitjançant el Cmd (coeficient més desfavorable).

Després d'analitzar els resultats per a diferents angles d'inclinació per als mòduls, s'ha establert un angle d'inclinació de 60 graus. Aquest càlcul es troba en l'apartat 6.1.

5 Elements del projecte

5.1 Mòduls fotovoltaics

Un mòdul fotovoltaic o panel solar està format per la interconnexió de diverses cèl·lules solars en sèrie o en paral·lel, per a adaptar al mòdul als diferents nivells de tensió i corrent, ja que cadascuna de les cèl·lules pot subministrar uns 0,5 volts.

La seua principal funció és la de proporcionar energia elèctrica a la instal·lació a partir de la irradiació solar, aprofitant l'efecte fotoelèctric.

Dins dels mòduls fotovoltaics podem trobar diferents tipus de cèl·lules solars, les més utilitzades són les formades per una unió P-N i construïdes amb silici monocristal·lí o policristal·lí.

- Monocrystal·lines: presenten una estructura cristal·lina completament ordenada. S'obtenen del silici pur fos dopat amb bor. Són les més utilitzades en instal·lacions aïllades, per oferir una millor eficiència.



Il·lustració 19. Mòdul fotovoltaic monocrystal·lí.

- Policristal·lines: presenten una estructura ordenada per regions separades. Les zones irregulars es tradueixen en una disminució del rendiment. S'obté de la mateixa manera que el monocrystal·lí però amb menys fases de cristal·lització. Cal destacar que en els últims anys l'augment de l'eficiència d'aquestes cèl·lules a un menor cost econòmic s'ha traduït en un augment en la seua utilització, de manera que en l'actualitat són les més utilitzades.



Il·lustració 20. Mòdul fotovoltaic policristal·lí.

Per a la realització dels càlculs cal tindre en compte les característiques elèctriques dels mòduls fotovoltaics, aquestes són variables, ja que cada fabricant fabrica els mòduls fotovoltaics en una gama de potències molt ampla, que solen anar des del 50 W pic fins als 320 W pic.

El funcionament dels mòduls fotovoltaics ve definit per la seua corba I-V, que ens proporciona el fabricant. Aquesta corba, representa la relació entre la corrent i la tensió entregada del mòdul a partir d'unes condicions estàndards, és a dir, amb una radiació de 1000 W/m^2 i $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura.

Per a la instal·lació a dissenyar, com s'ha vist en l'apartat de climatologia, la localitat d'Ondara presenta un clima càlid a l'estiu, superant en els mesos de juliol i agost els 25 °C. Així doncs, s'ha optat per plaques solars policristal·lines de 24 V, ja que aquestes absorbeixen el calor a una major velocitat i els afecta en menor mesura el sobre calfament.

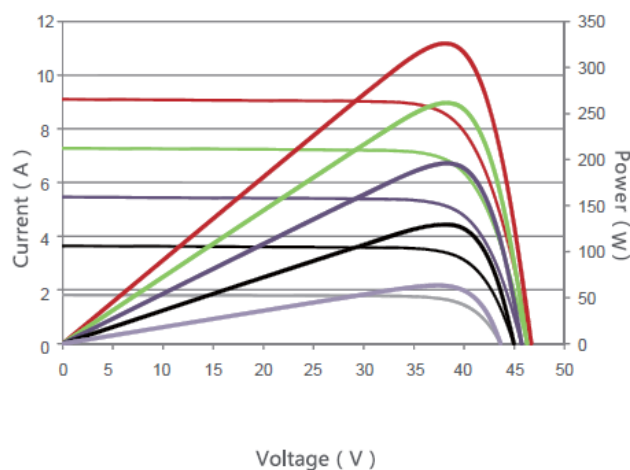
El model de les plaques solars a instal·lar és el JKM330PP-72 de la marca "JinkoSolar" i presenta unes dimensions de 1956×992×40 mm.



Il·lustració 21. Mòdul fotovoltaic policristal·lí "JKM330PP-72".

Per a la realització dels càlculs es deuen tindre en compte les característiques elèctriques dels mòduls fotovoltaics. És a dir, les dades que s'extrauen de la fulla de característiques.

Per a això, cal consultar la corba I-V, ja que representa la relació entre la corrent i la tensió alliberada del mòdul a partir d'uns valors d'irradiació. La corba I-V del mòdul que s'ha seleccionat és la següent:



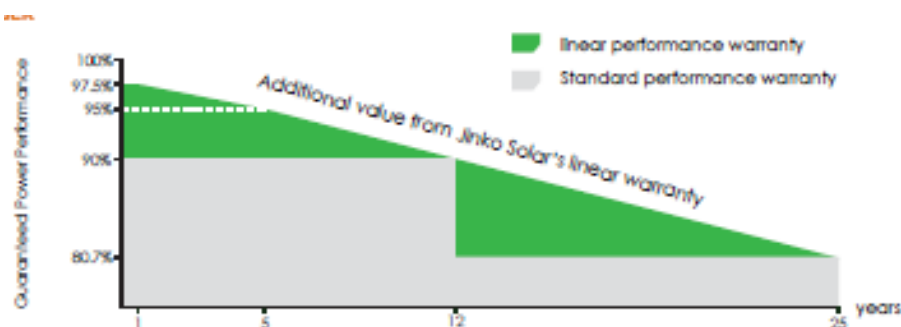
Il·lustració 22. Corba I-V del mòdul seleccionat "JKM330PP-72".

Una vegada visualitzada la corba I-V del mòdul fotovoltaic, s'ha realitzat una taula resum de les característiques elèctriques més importants.

Característiques JKM330PP-72	
Corrent de curtcircuit (I_{sc})	9,14 A
Tensió en circuit obert (V_{oc})	46,9 V
Tensió nominal (V_N)	24 V
Tensió màxima potència (V_{mp})	37,8 V
Potència pic (P_M)	330 W
Tensió màxima de treball	1000 V
Corrent de pic (I_{mp})	8,74 A

Taula 22. Característiques de mòdul fotovoltaic "JKM330PP-72".

Per últim, el fabricant també ens proporciona la corba de potència d'eixida al llarg dels anys, en aquesta corba es pot veure el rendiment que presentarà el mòdul fotovoltaic al llarg dels diferents anys, la corba de rendiment és la següent:



Il·lustració 23. Pèrdues de potència durant els primers 25 anys.

Es pot veure que, al passar 5 anys, el mòdul fotovoltaic entregarà una potència del 95%, al cap de 12 anys entregarà una potència del 90% sobre la potència nominal i al cap de 25 anys entregarà una potència del 80,75% sobre la nominal. Aquestes dades s'han de tindre en compte, ja que aquesta corba influirà de forma directa sobre la potència entregada pels mòduls fotovoltaics quan haja passat cert temps. Per aquest motiu, en els càlculs es realitza un sobredimensionament de la instal·lació.

La fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.2 Bateries/acumuladors

Les bateries o acumuladors són les encarregades d'emmagatzemar l'energia elèctrica en un sistema aïllat per a poder garantir el subministrament elèctric en la instal·lació en les següents condicions:

- **Cicle diari:** en aquest cas proporcionen l'energia en les hores en les quals no hi ha cap mena de radiació solar, o la radiació que rep el sistema està per davall de l'energia produïda pels mòduls fotovoltaics
- **Cicle llarg:** en aquest cas, deuen proporcionar fiabilitat al sistema, de manera que garantisquen el subministrament durant un nombre de dies consecutius en els quals la radiació que incideix sobre els mòduls fotovoltaics siga nul·la o molt baixa, en aquest cas les bateries deuen subministrar tota l'energia elèctrica.

Per a les instal·lacions fotovoltaïques, les bateries més utilitzades són les bateries denominades “estacionaries”. La principal característica és que són capaces de romandre llargs períodes de temps totalment carregades i a més, són capaces de resistir descàrregues profundes de forma esporàdica

Es faran servir, bateries que es troben separades en cèl·lules i que solen tindre una tensió de 2V, així doncs, deurem associar-les en sèrie per a aconseguir la tensió de treball desitjada, que en el present cas es correspon amb la tensió de la instal·lació que és de 48V, i en paral·lel per a aconseguir la capacitat de la bateria suficient que garantisca l'autonomia.

Com s'ha dit anteriorment, les bateries deuen aconseguir la capacitat de la bateria suficient que garantisca l'autonomia. D'aquesta manera, es deurà establir el nombre de dies d'autonomia de la instal·lació, aquest paràmetre depèn de la zona geogràfica i el tipus d'aplicació que presenta la instal·lació. Com la instal·lació es troba en Ondara (Alacant) i com s'ha pogut vore en l'apartat de **Dades climatològiques** presenta un clima càlid, soletjat i amb pocs dies nuvolats s'ha escollit 4 dies d'autonomia per a les bateries.

Per continuar, les dues característiques fonamentals de les bateries són la seua capacitat i la profunditat de descàrrega.

Es defineix la capacitat d'una bateria com la quantitat d'electricitat que pot subministrar, i es mesura en ampers hora (Ah). La capacitat d'una bateria es determina en funció de la duració de la descàrrega, i aquest valor es proporcionat pel fabricant per a una duració determinada. Aquest valor es denomina capacitat nominal (C_N), sent el subíndex “N” el nombre d'hores de descàrrega.

En segon lloc, la profunditat de descàrrega és una dada que ens proporciona el fabricant i que ens diu, en valor percentual, la capacitat total de la bateria que és utilitzada durant un cicle de càrrega o descàrrega. En cas que el fabricant no proporcione aquesta dada, com es el present cas, es fa servir un valor d'un 70% de profunditat de descàrrega.



Il·lustració 24. Bateria seleccionada “Exide Solar 4100 - C100 4000 Ah”

La bateria que s’ha elegit és el model “Exide Solar 4100 - C100 4000 Ah” i la fulla de característiques completa es troba en l’apartat **d’annexes**.

5.3 Reguladors de càrrega

El regulador de càrrega és l’element encarregat de controlar els processos de càrrega i descàrrega de la bateria i de transferir l’energia proporcionada per les plaques fins a les bateries.

Tot seguit, les seues principals tasques a realitzar són les següents:

- **Evitar les sobrecarregues** en la bateria, és a dir, una vegada estigi carregada la bateria no es continue carregant. D’aquesta manera s’eviten la generació de gasos i la disminució del líquid en l’interior de la bateria, augmentant així la vida útil de la bateria.
- **Evitar la sobredescàrrega** de la bateria en els períodes de baixa o nul·la radiació, és a dir, una vegada la bateria estigi descarregada, no continue subministrant corrent a la instal·lació.
- **Assegura el funcionament** del sistema en el punt de màxima eficiència

Les característiques que defineixen el regulador són la **tensió de treball del regulador** V_r , aquesta és la tensió de corrent continua de la instal·lació que en el nostre cas és de 48 V i per una altra banda l’altra característica és la **corrent màxima d’entrada** que pot suportar.



Il·lustració 25. Regulador de càrrega MPPT seleccionat.

Per a la instal·lació a dissenyar, s'instal·laran reguladors maximitzadors MPPT. Aquest tipus de reguladors permeten obtenir una tensió d'entrada superior als 48V de la instal·lació i ens permet treballar amb una tensió màxima de 150 V. D'aquesta manera s'aconsegueix una major tensió en el mòdul fotovoltaic (150V).

Al treballar amb una tensió superior als 48 V de la instal·lació, el nombre de reguladors a utilitzar serà menor i també permetrà connectar més mòduls fotovoltaics en sèrie

A la fi, el regulador de càrrega que s'ha elegit és el MPPT 150/85 de la marca "Victron Energy". Presenta una corrent de càrrega nominal de 85 A i una tensió de treball de 48 V.

La fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.4 Inversors

És l'element encarregat d'alterar la tensió, la freqüència i les característiques de la intensitat que rep, convertint-la a l'adequada per als usos que siguin necessaris. Existeixen diferents classes d'inversors: cc-cc, ca-cc, ca-ca i per últim cc-ca.

Per a les instal·lacions solars fotovoltaïques aïllades es fa servir el de tipus cc-ca, s'encarrega de transformar l'energia elèctrica en corrent continu (cc) que proporciona les plaques i emmagatzema la bateria, en energia elèctrica en corrent alterna (ca).

Per a definir un inversor, és necessari:

- La tensió d'entrada de l'inversor serà de c.c. i es correspon amb la tensió de la instal·lació, que en el nostre cas és de 48 V i la tensió d'eixida de l'inversor serà de c.a. i tindrà una tensió de 230 V.
- El rendiment que presenta l'inversor. Normalment el rendiment d'un inversor se situa entre el 91 % i el 95%. Aquesta dada és molt important a l'hora de calcular la instal·lació, ja que aquestes pèrdues d'energia en l'inversor deuen ser proporcionades pels panells, obligant-nos així a haver d'augmentar el nombre de mòduls fotovoltaïcs a instal·lar. En el nostre cas, l'inversor presenta un rendiment

del 95,8% però realitzarem els càlculs amb un rendiment del 94%, per a dotar a la instal·lació de major fiabilitat.

- La potència de l'inversor, és a dir, el valor instantani màxim d'energia que es capaç de proporcionar. En general, és la suma de totes les potències dels equips de corrent alterna instal·lats en la instal·lació però en el nostre cas, aquest valor es correspon amb la potència contractada amb la companyia elèctrica, que és de 17.000 W.

El model d'inversor triat és l'inversor-carregador QUATTRO de Victron Energy 48V/ 12000 W.



Il·lustració 26. Inversor seleccionat "QUATTRO de Victron Energy 48V/ 12000 W".

La fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.5 Suports

Els suports són les estructures que serveixen de fixació dels mòduls fotovoltaics i proporcionen la inclinació desitjada. En el present cas, els mòduls fotovoltaics aniran subjectes a unes estructures de suport arran de terra i tindran una inclinació fixa de 60° durant tot l'any, aquesta inclinació s'ha calculat i seleccionat en l'apartat 6.1.

La inclinació de 60° dels suports, serà realitzada a propòsit del present projecte, ja que el fabricant ofereix la possibilitat d'elegir la inclinació desitjada.

Pel que fa a les condicions meteorològiques, la zona on va a realitzar-se la instal·lació no presenta situacions extremes de vent o neu però l'estructura seleccionada presenta un grau de seguretat suficient en cas que ocorreguera algun episodi d'aquest tipus.



Il·lustració 27. Suports mòduls fotovoltaics “CVE915XL”.

El model de suport és el **CVE915XL**, presenta una disposició vertical dels mòduls fotovoltaics i per cada estructura de suport aniran instal·lats 6 mòduls fotovoltaics. D'aquesta manera, s'obté la disposició de 6 mòduls fotovoltaics en sèrie, facilitant la distribució dels 96 mòduls fotovoltaics totals.

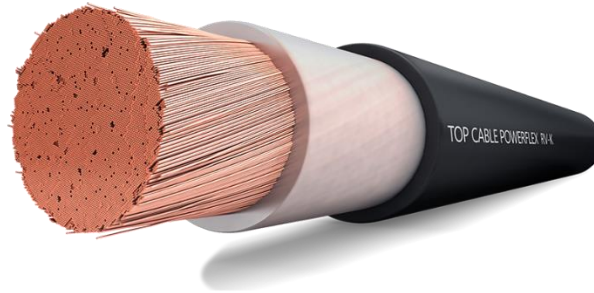
La fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.6 Cablejat

Com en tota instal·lació elèctrica es necessiten conductors elèctrics per a connectar els diferents elements de la instal·lació. Els conductors elèctrics a utilitzar venen determinats per una sèrie de característiques, entre les quals es troba, la conductivitat del conductor elèctric, la longitud, la secció, la corrent que l'entrevassa o el material pel qual està recobert.

Per continuar, cal diferenciar la tensió que alimenta el circuit de corrent continua (mòduls, reguladors, bateries i inversors) i la tensió que alimenta el circuit de corrent alterna (elements de consum del col·legi).

El model de cable seleccionat és el POWERFLEX RV-K 0,6/1 kV. Aquest tipus de cable de la companyia **TOPCABLE**, és idoni per a la connexió dels elements fotovoltaics de la instal·lació. Es pot instal·lar sobre suport a l'aire lliure, en tubs o enterrat segons s'indica en la seua fulla de característiques. També és altament flexible, el que li proporciona una gran facilitat perquè siga instal·lat en trams complicats



Il·lustració 28. Cable de coure “POWERFLEX RV-K 0,6/1 kV”. Font: TopCable

La fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.7 Proteccions

Les proteccions enfront de curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions són indispensables en les instal·lacions fotovoltaïques aïllades de xarxa. Representen al conjunt d'elements que asseguren la integritat física dels usuaris enfront de qualsevol mena d'incident com per exemple curtcircuits, sobrecàrregues o sobretensions.

Com ha passat en els cables, cal diferenciar les proteccions que es faran servir per a la part de corrent continua (mòduls, reguladors, bateries) i les proteccions que es faran servir per a la part de corrent alterna (eixida d'inversors).

5.7.1 Proteccions en corrent continua

Per a la protecció de la part de corrent continua es solen fer servir únicament fusibles, ja que es requereixen magnetotèrmics específics, molt més cars.

Cal dir que els fusibles són dispositius que es converteixen en un circuit obert quan se sobrepassa un cert nivell d'intensitat. Estan constituïts per material aïllant amb tapes de material conductor inserides en el cos aïllant. Entre aquestes tapes i en l'interior del material aïllant va instal·lat un element fusible, que normalment és un conductor que per efecte tèrmic a causa del pas de la corrent es crema, convertint-se així en un circuit obert.

Per tant, es faran servir fusibles per a protegir el tram que va des dels mòduls fotovoltaïcs fins al reguladors i també per a protegir el tram des dels reguladors fins a les bateries.



Il·lustració 29. Model del fusible seleccionat. Font: DF Electric.

Els fusibles seleccionats són fusibles del model NH1 1000V DC de 100 A. La fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.7.2 Proteccions en corrent alterna

Per a la protecció de la part de corrent alterna, que compren el tram de l'inversor als receptors del col·legi, es faran servir dos dispositius de protecció, interruptors magnetotèrmics i interruptors diferencials.

En primer lloc, l'interruptor magnetotèrmic és un dispositiu de protecció enfront de curtcircuits i sobrecàrregues. El seu funcionament està basat en els efectes magnètics i tèrmics, que es produeixen per la circulació de corrent elèctrica:

- El circuit magnètic, format per un electroimant que té la funció de protegir enfront de possibles curtcircuits, ja que talla el pas de la corrent quan s'arriba a un valor definit pel fabricant.
- El circuit tèrmic, format per una làmina bimetal·lica que té la funció de protegir enfront de possibles sobrecàrregues. Aquesta làmina es deforma al passar certa corrent durant un temps determinat pel seu disseny. Una vegada s'arriba a certa temperatura talla el pas de la corrent elèctrica (Efecte Joule).



Il·lustració 30. Interruptor magnetotèrmic "iC60N - 2P - 40 A - Corba C". Font: Schneider Electric.

Els interruptors magnetotèrmics seleccionats es corresponen al model “iC60N - 2P - 40 A - Curva C” del fabricant Schneider Electric i la fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

En segon lloc, l'interruptor diferencial és un dispositiu que permet detectar defectes d'aïllament (contactes indirectes) i protegir als usuaris, tallant el subministrament d'energia. El seu funcionament es basa en el mesurament de la corrent elèctrica d'entrada i d'eixida del receptor i, en el cas que la suma vectorial d'ambdues corrents no siga zero, es produeix una desviació a terra i, per tant, un desequilibri entre les corrents, el que provocarà que el diferencial talli el pas de la corrent elèctrica.



Il·lustració 31. Interruptor diferencial “IID K - Bipolar - 40A - 30mA”. Font: Schneider Electric.

Els interruptors diferencials seleccionats es corresponen al model “IID K - Bipolar - 40A - 30mA” del fabricant Schneider Electric i la fulla de característiques completa es troba en l'apartat **d'annexes**.

5.7.3 Posada a terra

Per últim, s'ha d'instal·lar una posada de terra, ja que la present instal·lació té una tensió nominal de 48 V. La posada de terra estarà connectada (com a mínim) a l'estructura del camp generador i als marcs metàl·lics dels mòduls fotovoltaics i té com a objectiu la protecció de les persones enfront de contactes directes.

La posada a terra es defineix com, “la unió elèctrica directa, sense fusibles ni cap protecció alguna, d'una part del circuit elèctric o d'una part conductora no pertanyent al mateix mitjançant una toma de terra amb un elèctrode o grups d'elèctrodes enterrats en el sòl.”

Per a la present instal·lació, s'han fet servir 3 piques verticals de 2 metres de longitud cadascuna.

6 Càlculs

En aquest apartat, s'han realitzat tots els càlculs necessaris per a definir la quantitat d'elements necessaris per al correcte funcionament de la instal·lació fotovoltaica.

6.1 Mòduls fotovoltaics

Per a realitzar el càlcul del nombre de mòduls fotovoltaics que necessitem en la instal·lació tenim que, obtindré els consums energètics de la instal·lació que s'han obtingut en l'apartat "4.3. Demanda energètica" en Ah/Mes. Es farà servir la següent expressió :

$$\text{Consum (Ah/mes)} = \frac{\text{Consum (Wh/mes)}}{\eta_{\text{inversor}} \cdot U_{\text{instal·lació}}}$$

La tensió de la instal·lació és de 48 V i el rendiment de l'inversor és de 95,8 % però s'ha escollit un rendiment del 94%, per a assegurar el correcte funcionament de la instal·lació i així sobredimensionar-la. A continuació, s'adjunta la taula, realitzada amb Excel, amb els consums de tots els mesos en Ah/Mes.

Mes	Consum (W·h/mes)	Consum (Ah/mes)
Gener	2.305.000	51.086,0
Febrer	2.193.000	48.603,7
Març	1.527.000	33.843,1
Abril	1.348.000	29.875,9
Maig	1.550.000	34.352,8
Juny	1.798.000	39.849,3
Juliol	700.000	15.514,2
Agost	955.000	21.165,8
Setembre	2.018.000	44.725,2
Octubre	1.873.000	41.511,5
Novembre	2.122.000	47.030,1
Desembre	1.177.000	26.086,0

Taula 23. Consums mensuals en Ah/Mes.

Una vegada s'han obtingut els consums mensuals en Ah/mes, cal obtenir el coeficient més desfavorable (Cmd). El mes més desfavorable depèn de la divisió entre el mes amb major consum i el mes que menys radiació rebia.

Aquest valor ens relaciona les necessitats energètiques de la instal·lació amb la radiació solar disponible. Així doncs, s'adjunta la taula amb els diferents coeficients més desfavorables per a cada inclinació a estudiar i a partir del Cmd, s'elegirà la inclinació adequada per a la nostra instal·lació.

	Consum (Ah/mes)	Radiació 30° (kW·h/m2)	Radiació 60° (kW·h/m2)	Radiació 15° (kW·h/m2)	Coef. Cmd 30°	Coef. Cmd 60°	Coef. Cmd 15°
Gener	51.086,0	130,07	153,46	106,80	392	332	478
Febrer	48.603,7	128,99	139,78	112,75	376	347	431
Març	33.843,1	169,87	165,81	157,99	199	204	214
Abril	29.875,9	182,03	158,30	180,03	164	188	165
Maig	34.352,8	201,84	159,94	208,52	170	214	164
Juny	39.849,3	210,48	158,31	222,37	189	251	179
Juliol	15.514,2	220,66	169,25	231,04	70	91	67
Agost	21.165,8	206,06	172,32	207,50	102	122	102
Setembre	44.725,2	171,79	160,13	164,27	260	279	272
Octubre	41.511,5	146,75	151,95	131,65	282	273	315
Novembre	47.030,1	119,02	135,64	100,64	395	346	467
Desembre	26.086,0	116,51	138,87	94,42	223	187	276

Taula 24. Comparativa del Cmd amb les distintes inclinacions seleccionades.

En la taula anterior s'ha ressaltat el coeficient més desfavorable per a cada inclinació, obtenint que per a una inclinació de 15° el mes més desfavorable és gener, per a una inclinació de 30° novembre i per últim per a una inclinació de 60° el mes de febrer.

Analitzant els resultats obtinguts per a cada inclinació, es pot dir que la inclinació adequada per a la present instal·lació és de 60°, ja que amb aquesta inclinació es necessitaran menys mòduls fotovoltaics i els diferents Cmd obtinguts són menys elevats en els mesos amb major consum que els de la resta d'inclinacions.

Una vegada, s'ha obtingut el Cmd i la inclinació òptima per a la instal·lació, s'ha de sobredimensionar un 20% la instal·lació per a compensar el desgast dels mòduls fotovoltaics i les pèrdues per temperatura i cables.

De manera que, amb aquesta expressió es realitza aquest sobredimensionament:

$$Cs = Cmd \cdot Ks$$

$$Cs = 347 \cdot 1,2 = 416,4$$

Sent:

- Cs: Coeficient sobredimensionat
- Cmd: Coeficient més desfavorable
- Ks: Factor de sobredimensionament del 20% en tant per u.

Coneixent ja les característiques dels mòduls fotovoltaics que s'han elegit, els "JKM330PP-72", es poden realitzar ja els càlculs del nombre de mòduls fotovoltaics en sèrie i en paral·lel a instal·lar.

El número de mòduls fotovoltaics en sèrie que tindrà la instal·lació dependrà de, la tensió de la instal·lació i de la tensió nominal de cada mòdul fotovoltaic.

El mòduls fotovoltaics que s'han seleccionat presenten una tensió nominal de 24 V i per altra banda, la tensió de la instal·lació és de 48V, de manera que ens faran falta dos mòduls fotovoltaics connectats en sèrie. Mitjançant la següent expressió, s'obté el nombre de mòduls fotovoltaics en sèrie:

$$N_{ps} = \frac{U_{inst}}{U_n}$$

$$N_{ps} = \frac{48}{24} = 2$$

Sent:

- Nps: Nombre de mòduls en sèrie.
- Uinst: Tensió instal·lació.
- U_n: Tensió nominal del mòdul

Per altra banda, el nombre de línies en paral·lel, depèn del Cs, coeficient més desfavorable sobredimensionat, i de la corrent pic del mòdul fotovoltaic. La intensitat pic del mòdul fotovoltaic es pot trobar en la fulla de característiques del mòdul i és de 8,74 A.

Mitjançant la següent expressió, s'obté el numero de línies en paral·lel necessàries:

$$N_{lp} = \frac{Cs}{I_p}$$

$$N_{lp} = \frac{416,4}{8,74} = 47,64$$

Sent:

- Nlp: Nombre de línies en paral·lel
- Cs: Coeficient sobredimensionat
- Ip: Intensitat pic del mòdul.

Amb el resultat obtingut, es realitzarà un arrodoniment al alça i així s'aconseguirà un major sobredimensionament del qual ja es tenia. De manera que el nombre de línies en paral·lel serà de 48.

Així doncs, el nombre total de mòduls fotovoltaics a instal·lar serà de 96:

$$N_{pt} = N_{ps} \cdot N_{lp}$$

$$N_{pt} = 2 \cdot 48 = 96$$

Sent:

- N_{pt} : Nombre total de mòduls fotovoltaics

6.2 Regulador de càrrega

Per a calcular el nombre de reguladors que seran necessaris per a la instal·lació cal saber, la seua tensió de treball que és la tensió de treball de la instal·lació en corrent continua, en el present cas és de 48 V i també la corrent màxima que és capaç de suportar cada regulador.

En el present cas al fer servir un regulador maximitzador en compte de tindre una tensió d'entrada de 48V, la tensió d'entrada serà de 150 V. A més d'això, la corrent màxima a l'entrada del regulador és de 85 A.

Com s'ha dit abans, els reguladors maximitzador permeten disposar en cada línia del camp fotovoltaics més de 2 mòduls fotovoltaics en sèrie. Mitjançant la següent expressió es calcularà el número de mòduls en sèrie que es pot obtenir:

$$V_{regulador} = V_n \cdot N_{ms} < 150 V$$

$$150 = 24 \cdot N_{ms}$$

$$N_{ms} = \frac{150}{24} = 6,25 \rightarrow \mathbf{6 \text{ mòduls en sèrie.}}$$

Sent:

- $V_{regulador}$: Tensió d'entrada del regulador
- V_n : Tensió nominal del mòdul fotovoltaic
- N_{ms} : Número de mòduls en sèrie

Aquest càlcul indica que es podran col·locar 6 mòduls en sèrie amb aquest regulador. Així doncs, s'haurà de tornar a calcular el nombre de línies en paral·lel, mitjançant la següent expressió:

$$N_{lp} = \frac{N_{pt}}{N_{ms}}$$

$$N_{lp} = \frac{96}{6} = 16 \text{ línies en paral·lel}$$

Sent:

- N_{lp} : Nombre de línies en paral·lel
- N_{pt} : Nombre total de mòduls fotovoltaics
- N_{ms} : Nombre de mòduls en sèrie

Amb l'anterior càlcul s'ha obtingut un nou nombre de línies en paral·lel, passant de les 48 línies del càlcul inicial a les 16 línies en el present càlcul. El nombre de línies en paral·lel de mòduls fotovoltaics fa arribar fins al regulador un valor màxim de corrent que és igual a la intensitat pic que produeix, és a dir, 8,74 A. D'aquesta manera la corrent màxima (I_{max}) a l'entrada del regulador serà:

$$I_{max} = Nlp \cdot I_p$$

$$I_{max} = 16 \cdot 8,74$$

$$I_{max} = 139,84 \text{ A}$$

Sent:

- I_{max} : Intensitat màxima regulador
- Nlp : Nombre de línies en paral·lel
- I_p : Intensitat pic del mòdul

Com es pot observar és una corrent molt elevada. En el mercat no es trobaran reguladors amb aquesta intensitat. Així doncs, s'ha elegit un regulador amb una corrent màxima de 85 A.

Amb aquestes dades el regulador seleccionat és "VICTRON-Blue Solar Charge Controller MPPT 150/85". La fulla de característiques completa es troba en l'apartat d'annexes.

Seguidament, com s'han obtingut els valors de la corrent màxima a l'entrada del regulador i se sap que el regulador elegit presenta una corrent màxima de 85 A, es pot passar a calcular el numero de reguladors necessaris:

$$N_{reg} = \frac{I_{max}}{I_{r-max}}$$

$$N_{reg} = \frac{139,84}{85} = 1,65 \rightarrow \mathbf{2 \text{ reguladors}}$$

Sent:

- N_{reg} : Nombre de reguladors
- I_{max} : Corrent màxima a l'entrada del regulador
- I_{r-max} : Corrent màxima permesa pel regulador

És a dir, seran necessaris 2 reguladors "VICTRON-Blue Solar Charge Controller MPPT 150/85"

Finalment, l'últim que queda per definir se'l nombre de línies que es connectaran en cada regulador:

$$N_{lr} = \frac{N_{lp}}{N_{reg}}$$

$$N_{lr} = \frac{16}{2} = \mathbf{8 \text{ línies a cada regulador}}$$

Sent:

- N_{lr} : Nombre de línies per regulador
- N_{lp} : Nombre de línies en paral·lel
- N_{reg} : Nombre total de reguladors

Certament, es connectaran a cada regulador 8 línies però cal comprovar que el regulador que s'ha seleccionat, és capaç de suportar la corrent màxima que proporcionaran les 8 línies connectades a ell.

$$I_{\max \text{ línies}} < 85 \text{ A}$$

$$I_{\max \text{ línies}} = N_{lr} \cdot I_p = 8 \cdot 8,74 = 69,92 \text{ A} < 85 \text{ A}$$

En resum, després de realitzar els diferents càlculs, s'ha obtingut una nova distribució dels mòduls fotovoltaics, la possibilitat de connectar 6 mòduls en sèrie i un total de 16 línies en paral·lel que ens dona un resultat de 96 mòduls en total, com ja s'havia calculat en l'apartat anterior però amb una distribució distinta que ens hi ha permet fer servir un nombre menor de reguladors. Pel que fa als reguladors, seran necessaris un total de 2 reguladors maximitzadors i a cada regulador es connectaran 8 línies de mòduls fotovoltaics.

6.3 Bateries

Per al càlcul de les bateries es farà servir el consum diari en Ah/dia del mes més desfavorable, també cal elegir el nombre de dies d'autonomia de les bateries. A l'estar en una zona amb una elevada radiació mensual s'ha escollit un valor de 4 dies d'autonomia per a les bateries. Siguin les hores de descàrrega previstes:

$$n = 24 \cdot N_{da}$$

$$n = 24 \cdot 4$$

$$n = 96$$

Sent:

- n: Hores de descàrrega previstes
- N_{da} : Dies d'autonomia

S'ha obtingut un valor de C_{96} com hores de descarrega prevista, aquest valor no el proporciona cap fabricant de bateries, així que, escollim el superior a aquest que és el C_{100} .

Una vegada fixades les hores de descarrega previstes s'ha de calcular la capacitat de la bateria a instal·lar. Es necessitarà saber la profunditat de descarrega, serà del 70%, el numero de dies d'autonomia escollit, serà de 4 dies, i per últim per a tornar a sobredimensionar la instal·lació s'elegirà el consum diari del mes més desfavorable.

Mitjançant la següent expressió es calcularà la capacitat de la bateria a instal·lar:

$$C_n = \frac{N_{da} \cdot \text{Consum (Ah/día)}}{Pd}$$

$$C_n = \frac{4 \cdot 1728,723}{0,7} = 9878,42 \text{ Ah}$$

Sent:

- C_n : Capacitat de la bateria
- N_{da} : Dies d'autonomia
- Pd : Profunditat de descàrrega bateria
- Consum: Consum diari del mes més desfavorable.

Com la capacitat requerida per la instal·lació és molt superior a la que proporciona una única bateria, s'ha de calcular el nombre d'unitats en paral·lel, però primer és necessari seleccionar mitjançant les dades de la capacitat nominal de C_{100} una bateria del mercat.

D'aquesta manera, s'ha escollit una bateria "OPzS 20 2500 Ah" amb una capacitat nominal de:

$$C_{100} = 4000 \text{ Ah}$$

DATOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS									
Modelo	Estandar DIN	Tensión nominal	Capacidad C ₁₀ (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C ₂₄ (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C ₁₀₀ (Descarga hasta 1,85 V)	Medidas ancho x fondo x alto	Ancho instalada	Peso con ácido	Número de terminales
Solar 190	2 OPzS 100	2 Vcc	128 Ah	145 Ah	185 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	13,7 kg	1 + 1
Solar 245	3 OPzS 150	2 Vcc	169 Ah	190 Ah	240 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	15,2 kg	1 + 1
Solar 305	4 OPzS 200	2 Vcc	216 Ah	240 Ah	300 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	16,6 kg	1 + 1
Solar 380	5 OPzS 250	2 Vcc	267 Ah	300 Ah	370 Ah	126 x 208 x 405 mm	136 mm	20,0 kg	1 + 1
Solar 450	6 OPzS 300	2 Vcc	319 Ah	355 Ah	440 Ah	147 x 208 x 405 mm	157 mm	23,3 kg	1 + 1
Solar 550	5 OPzS 350	2 Vcc	391 Ah	430 Ah	540 Ah	126 x 208 x 520 mm	136 mm	26,7 kg	1 + 1
Solar 660	6 OPzS 420	2 Vcc	468 Ah	515 Ah	645 Ah	147 x 208 x 520 mm	157 mm	31,0 kg	1 + 1
Solar 765	7 OPzS 490	2 Vcc	545 Ah	600 Ah	750 Ah	168 x 208 x 520 mm	178 mm	35,4 kg	1 + 1
Solar 985	6 OPzS 600	2 Vcc	700 Ah	770 Ah	970 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	43,9 kg	1 + 1
Solar 1.080	7 OPzS 700	2 Vcc	772 Ah	845 Ah	1.055 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	47,2 kg	1 + 1
Solar 1.320	8 OPzS 800	2 Vcc	937 Ah	1.030 Ah	1.295 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	59,9 kg	2 + 2
Solar 1.410	9 OPzS 900	2 Vcc	1.009 Ah	1.105 Ah	1.380 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	63,4 kg	2 + 2
Solar 1.650	10 OPzS 1.000	2 Vcc	1.174 Ah	1.290 Ah	1.620 Ah	215 x 235 x 695 mm	225 mm	73,2 kg	2 + 2
Solar 1.990	12 OPzS 1.200	2 Vcc	1.411 Ah	1.550 Ah	1.950 Ah	215 x 277 x 695 mm	225 mm	86,4 kg	2 + 2
Solar 2.350	12 OPzS 1.500	2 Vcc	1.751 Ah	1.910 Ah	2.300 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	108,0 kg	2 + 2
Solar 2.500	14 OPzS 1.750	2 Vcc	1.854 Ah	2.015 Ah	2.445 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	114,0 kg	2 + 2
Solar 3.100	15 OPzS 1.875	2 Vcc	2.317 Ah	2.520 Ah	3.040 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	151,0 kg	3 + 3
Solar 3.350	16 OPzS 2.000	2 Vcc	2.523 Ah	2.740 Ah	3.280 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	158,0 kg	3 + 3
Solar 3.850	18 OPzS 2.250	2 Vcc	2.884 Ah	3.135 Ah	3.765 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	184,0 kg	4 + 4
Solar 4.100	20 OPzS 2.500	2 Vcc	3.090 Ah	3.355 Ah	4.000 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	191,0 kg	4 + 4

Il·lustració 32. Models de bateries de la marca ExideSolar.

Així doncs, el nombre d'unitats en paral·lel serà el següent:

$$N_{bl} = \frac{C_n}{C_{100}}$$

$$N_{bl} = \frac{9878,42}{4000}$$

$$N_{bl} = 2,47 \rightarrow 3$$

Sent:

- N_{bl}: Nombre d'unitats en paral·lel
- C_n: Capacitat necessària de la bateria
- C₁₀₀: Capacitat nominal de la bateria escollida
-

El resultat s'hi ha arrodonit cap amunt al ser un valor mínim per així assegurar la continuïtat del servei. Es necessitaran 3 unitats en paral·lel.

Cal tindre en compte la tensió de les bateries. La tensió de la instal·lació com ja se sap, és de 48V, i la tensió de les bateries és de 2V, serà necessari posar 24 bateries per cada línia.

Finalment, es tindran 72 bateries de 2V i de 4000 Ah.

6.4 Inversor

Per a obtenir el nombre d'inversors necessaris en la instal·lació únicament cal saber la potència total instal·lada o potència pic d'aquesta. Aquest càlcul s'ha realitzat anteriorment en l'apartat "4.3.1 Potència instal·lada" i ha donat un resultat de **65,402 kW**. Així doncs, per a obtenir el número d'inversors necessaris cal dividir la potència total instal·lada entre la potència màxima de l'inversor que s'ha elegit.

Aquest procediment és el que normalment es realitza però com l'objectiu d'aquest projecte és el de proporcionar unes condicions de subministrament similars a les d'estar connectat a xarxa, es farà servir en compte de la potència total instal·lada, la potència contractada amb l'empresa subministradora, que és de **17 kW**.

Per tant el nombre d'inversors necessaris:

$$N_{inv} = \frac{P_{contractada}}{P_{inversor}}$$

$$N_{inv} = \frac{17000}{12000} = 1,416 \rightarrow 2 \text{ inversors}$$

En resum, es faran servir 2 inversors de 12000 W cadascun, proporcionaran un marge de seguretat de 7000 W sobrants.

6.5 Cablejat

En aquest apartat es calcularà la secció dels diferents cables que es faran servir en la instal·lació. Aquests aniran des dels mòduls fotovoltaics fins al lloc a on estiguen instal·lats la resta d'elements (reguladors, inversors i bateries).

És important diferenciar la tensió que alimenta al circuit de corrent continu, format pels mòduls, reguladors i les bateries i per una altra banda, el circuit de corrent alterna que està format per l'eixida de l'inversor fins al quadre principal del col·legi.

Els cables presenten seccions normalitzades, aquestes es faran servir perquè una vegada calculada la seua secció, es trie una secció normalitzada. Les seccions normalitzades per a cables elèctrics segons IEC 60228, és la següent:

Norma internacional para secciones de cables eléctricos (IEC 60228)					
0.5 mm ²	0.75 mm ²	1 mm ²	1.5 mm ²	2.5 mm ²	4 mm ²
6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²	50 mm ²
70 mm ²	95 mm ²	120 mm ²	150 mm ²	185 mm ²	240 mm ²
300 mm ²	400 mm ²	500 mm ²	630 mm ²	800 mm ²	1000 mm ²

Il·lustració 33. Seccions normalitzades de cables elèctrics.

Com s'ha comentat abans, s'ha optat pel model de cable **RV-K 0,6/1 kV**, ja que és un dels cables més utilitzats en instal·lacions fotovoltaïques a causa de les seues característiques tant físiques com elèctriques.

Les diferents seccions de cables necessàries per al present projecte es calcularan mitjançant la següent expressió:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\rho \cdot U}$$

Sent:

- L: la longitud en metres.
- I: la corrent que circula pel conductor (A).
- ρ : conductivitat del material, en el present cas és de coure (56 m/Ωmm²).
- U: caiguda de tensió.

Pel que fa a la caiguda de tensió, aquesta es calcula per a un determinat percentatge de la tensió nominal i que variarà segons l'equip que interconnecte. Tenint en compte la legislació vigent, la caiguda de tensió (U) màxima permesa és la següent:

Tram recorregut	Caiguda de tensió màxima (%)
Mòduls-Reguladors	3
Reguladors-Bateries	1
Bateries-Inversors	1
Inversors-Receptors col·legi	5

Taula 25. Caiguda de tensió màxima segons el tram.

En el present projecte, es faran servir els recomanats per l'IDAE des del punt de vist de la seguretat. Les caigudes de tensió recomanades per l'IDAE, són les següents:

Tram recorregut	Caiguda de tensió recomanada (%)
Mòduls-Reguladors	1
Reguladors-Bateries	0,5
Bateries-Inversors	1
Inversors-Receptors col·legi	3

Taula 26. Caiguda de tensió recomanada per l'IDAE segons el tram.

A continuació es calcularà la secció dels diferents trams i s'elegirà la secciona transversal normalitzada per a cada tram.

6.5.1 Cablejat mòduls fotovoltaics – reguladors

Per al càlcul de la secció del cable entre els mòduls fotovoltaics els reguladors se suposa una distància de 27 metres, aquesta distància és la del mòdul fotovoltaic més allunyat fins a la zona de connexió amb els reguladors. La corrent que circularà pels cables serà de $8 \cdot 8,74 = 69,92$ A, que es correspon amb la corrent d'eixida de cada mòdul fotovoltaic pel nombre de línies que arriben a cada regulador però, es farà servir el valor màxim d'eixida de cada regulador, que és de 85 A.

Per tant la secció dels cables serà:

$$S = \frac{2 \cdot 27 \cdot 85}{56 \cdot 0,01 \cdot 48} = 170,75 \text{ mm}^2 \rightarrow 185 \text{ mm}^2$$

S'elegeix una secció de la taula de valors normalitzats, immediatament superior a la calculada. Per tant, es farà servir una secció de cable de 185 mm^2

6.5.2 Cablejat entre reguladors-bateries-inversors

Per al càlcul de la secció del cable d'interconnexió entre els reguladors, bateries i inversors se suposa una distància d'aproximadament uns 3. La corrent que circularà pels cables mai serà superior als 85 A

Per tant la secció dels cables serà:

$$S = \frac{2 \cdot 3 \cdot 85}{56 \cdot 0,01 \cdot 48} = 18,97 \text{ mm}^2 \rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

S'elegeix una secció de la taula de valors normalitzats, immediatament superior a la calculada. Per tant, es farà servir una secció de cable de 25 mm^2

6.5.3 Cablejat inversors – receptors col·legi

Per al càlcul de la secció del cable entre els inversors i el quadre principal del col·legi se suposa una distància d'aproximadament d'uns 60 metres. En aquest cas, la caiguda de tensió serà d'un 3% i la tensió nominal serà de 230 V. La corrent màxima a l'eixida de l'inversor es calcularà a continuació:

$$I = \frac{P_{inversor}}{V \cdot \cos \alpha}$$

$$I = \frac{6000}{230 \cdot \cos 0,9} = 26,090 \text{ A}$$

Per a donar una major seguretat prendrem a com a referència 30 A per al càlcul de la secció. Per tant la secció dels cables serà:

$$S = \frac{2 \cdot 30 \cdot 60}{56 \cdot 0,03 \cdot 48} = 44,64 \text{ mm}^2 \rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

S'elegeix una secció de la taula de valors normalitzats, immediatament superior a la calculada. Per tant, es farà servir una secció de cable de 50 mm²

6.6 Posada a terra

L'objectiu d'aquest apartat és el càlcul de la toma de terra de la instal·lació solar. Com és sabut, en instal·lacions amb tensions nominals de 48 V o superiors, és necessari disposar d'una toma de terra, que estarà connectada a l'estructura del camp generador i als marcs metàl·lics dels mòduls fotovoltaics.

La instal·lació es troba en un terreny que és considerat pedregós, al saber aquesta dada s'acudeix a la ITC-BT-18. i s'obté una resistivitat entre 1500 a 3000 Ohm.m. Per als càlculs, es farà servir el valor de 3000 Ohm.m per a sobredimensionar la instal·lació i obtindrà més seguretat.

Una vegada s'ha obtingut la resistivitat del terreny, cal calcular la resistència màxima. A l'estar en la intempèrie es considerarà local humit, per tant la seua tensió de contacte serà de 24 V. A més, la corrent de defecte serà de 30 mA que és la que es considera per al cas d'un habitatge.

Per tant, la resistència màxima serà la següent:

$$R_{m\grave{a}x} = \frac{V}{I} = \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

Una vegada obtinguda la resistència màxima i la resistivitat del terreny, es calcula la resistència que s'obindrà amb l'elèctrode de posada a terra. Per a la present instal·lació, s'han fet servir 3 piques verticals de 2 metres de longitud cadascuna. L'expressió per a calcular la resistència que s'obindrà és la següent:

$$R = \frac{\rho}{n \cdot L} = \frac{3000}{3 \cdot 2} = 500 \Omega$$

Per tant, es compleix amb la condició que $R < R_{m\grave{a}x}$ ($500 \Omega < 800 \Omega$).

En darrer lloc, cal verificar que la tensió no supere el màxim permès per a un local humit o a la intempèrie (24V):

$$V = R \cdot I = 500 \cdot 0,03 = 15 < 24 V$$

6.7 Proteccions

En aquest apartat es calcularan i s'elegiran les proteccions necessàries per a la instal·lació fotovoltaica aïllada del col·legi "Les Marjals". Primerament es calcularan les proteccions del tram de corrent continua i després les proteccions del tram de corrent alterna.

6.7.1 Proteccions en corrent continua

Com s'ha explicat en l'apartat 5.7 els fusibles s'instal·laran en l'eixida dels mòduls fotovoltaics i també en l'eixida dels reguladors cap a les bateries com cap als inversors. Per a elegir quin fusible s'ajusta a les característiques de la instal·lació, és té que complir que la corrent nominal del fusible siga superior a la corrent màxima que pot recórrer la línia que protegeix i per una altra banda inferior a la intensitat màxima que admet el conductor. D'aquesta manera l'expressió que ha de complir és la següent:

$$I_{línia} \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{màx}$$

Sent:

- $I_{línia}$: Corrent que recorre la línia.
- I_n : Corrent nominal del fusible seleccionat.
- $I_{màx}$: Corrent màxima admissible pel conductor.

La corrent que circularà per la línia es correspon a la corrent d'eixida dels mòduls fotovoltaics (8,74A) i a cada regulador arriben 8 línies, per tant és sabut que $8 \cdot 8,74 = 69,92 A$.

També cal saber la corrent màxima admissible pel conductor, aquesta corrent es proporcionada per la fitxa tècnica dels cables conductors i per a una secció de 185 mm^2 li correspon una corrent màxima de 510 A.

Per tant, s'elegirà un fusible que tinga una corrent nominal de 100 A, d'aquesta manera seran també vàlids pels trams de corrent continua entre reguladors-bateries-inversors.

$$85 A \leq I_n \leq 459 A$$

També, els fusibles han de complir la següent expressió:

$$V_{DC\ fusible} \geq V_{oc} \cdot M \cdot 1,2$$

Sent:

- $V_{DC\ fusible}$: Tensió nominal del fusible.
- V_{oc} : Tensió en circuit obert dels mòduls fotovoltaics.
- M : Numero de mòduls en sèrie.

La tensió en circuit obert dels mòduls és de 46,9 V segons la fulla de característiques del mòdul i el numero de mòduls en sèrie és de 6. Per tant:

$$V_{DC\ fusible} \geq 46,9 \cdot 6 \cdot 1,2$$

$$1000\ V \geq 337,68\ V \rightarrow \text{COMPLEIX}$$

En definitiva, s'instal·laran en la part de corrent continua fusibles de 1000 V DC i una corrent nominal de 100 A.

6.7.2 Proteccions en corrent alterna

En aquest apartat es calcularà el dimensionament de l'interruptor magnetotèrmic i de l'interruptor diferencial, encarregats de protegir el tram de corrent alterna (eixida inversors – receptors col·legi).

En primer lloc, es dimensionarà el magnetotèrmic. Per a realitzar-ho, es farà servir la següent expressió:

$$I_{línia} \leq I_{n\ mg} \leq I_{màx}$$

Sent:

- $I_{línia}$: Corrent que circula per la línia eixida inversor – receptors
- $I_{n\ mg}$: Corrent nominal del magnetotèrmic.
- $I_{màx}$: Corrent màxima admissible pel conductor.

La corrent que circula per la línia s'ha calculat en l'apartat 6.5.3 i es correspon a una corrent de 26,090 A i la corrent màxima admissible pel conductor és de 510 A. Per tant:

$$26,090\ A \leq I_{n\ mg} \leq 510\ A$$

Se seleccionarà un interruptor magnetotèrmic de 40 A de corrent nominal i 's'instal·laran un total de 3 magnetotèrmics, un per a cada eixida de l'inversor.

Per últim, es farà el dimensionament de l'interruptor diferencial. Com s'ha dit abans, la corrent d'eixida dels inversors és de 26,090 A. També és sabut, que cal tindre una corrent de defecte màxima de 30 mA (Reglament Tècnic de Baixa Tensió), ja que el col·legi es tracta d'una instal·lació del mateix tipus que un habitatge.

Així que s'optarà per uns interruptors diferencials de tipus AC de 2 pols de 40 A i 30 mA. Seran necessaris 2 interruptors diferencials, un a l'eixida de cada inversor.

6.8 Distància entre mòduls

El següent apartat té la missió de calcular la distància mínima que hi ha d'haver entre els mòduls fotovoltaics perquè no es produïsquen ombres entre ells. Aquest càlcul és molt important, ja que si existeixen ombres, hi haurà pèrdues energètiques i la instal·lació no serà el més eficient possible.

Primerament, cal tindre en compte l'altura dels mòduls fotovoltaics, pel fet que l'altura del mòdul no és completament perpendicular al terra, l'altura vindrà condicionada per l'angle d'inclinació dels mòduls. Resultant:

$$h = H \cdot \sin \beta$$

$$h = 1,956 \cdot \sin 60 = 1,69 \rightarrow 1,7 \text{ metres}$$

El següent pas, és fer servir el coeficient adimensional **k**, que s'obté a partir de la latitud de la instal·lació. En el present cas, la instal·lació es troba en Ondara i les seues coordenades són: **38° 49' 19,8''**. L'expressió per al càlcul d'aquest coeficient és la següent:

$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

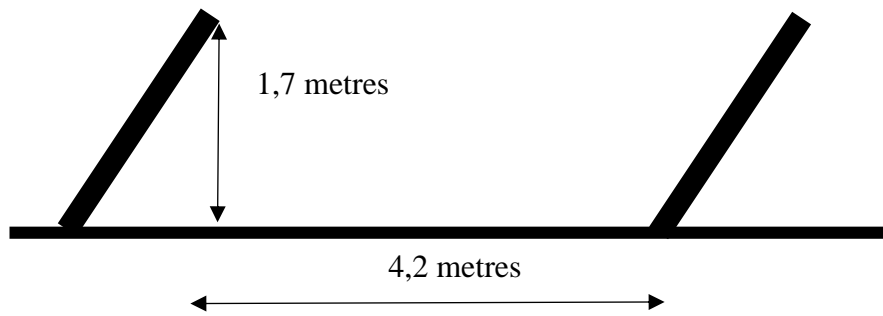
$$k = \frac{1}{\tan(61^\circ - 38,82^\circ)} = 2,452$$

Després de obtindre els anteriors paràmetres, es calcula la distància mínima de separació entre els mòduls fotovoltaics:

$$d_{\min} = k \cdot h$$

$$d_{\min} = 2,452 \cdot 1,7 = 4,17 \rightarrow \mathbf{4,2 \text{ metres}}$$

Així doncs, la distància que hi haurà entre els mòduls fotovoltaics serà de 4,2 metres i quedarà de la següent manera:



Il·lustració 34. Distància mínima entre mòduls fotovoltaics.

6.9 Superfície ocupada

D'entrada aquest apartat es farà servir per a veure quina distribució tindran els mòduls fotovoltaics sobre la superfície que es farà servir per a instal·lar-los i també es calcularà la superfície que ocuparan.

Per continuar, el terreny a on es realitzarà la instal·lació dels mòduls fotovoltaics i de la caseta a on s'instal·laran els diferents equips (reguladors, bateries i inversors), és propietat de l'ajuntament d'Ondara i per tant no seria necessari cap classe de compra del terreny. El terreny té una superfície de 6494,07 metres quadrats i és el següent:

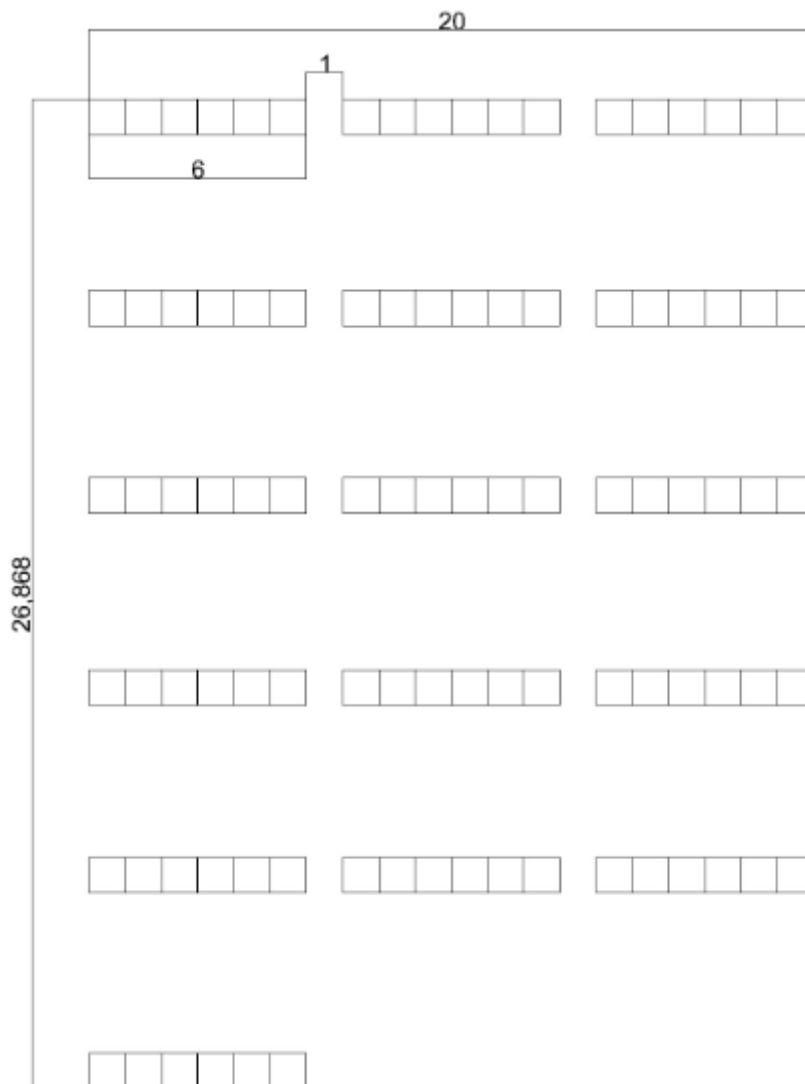


Il·lustració 35. Superfície del terreny on s'instal·laran els mòduls fotovoltaics.

La distribució serà de 18 mòduls fotovoltaics agrupats en grups de 6 al llarg d'una fila i es contarà amb 5 files completes de 18 mòduls cadascuna i una última fila amb únicament 6 mòduls fotovoltaics. L'orientació dels mòduls serà cap al sud geogràfic per a obtenir més hores de sol i per tant una major eficiència energètica de la instal·lació.

Cada mòdul fotovoltaic té una amplària de 0,992 metres però arrodonirem a 1 metre perquè quede més simètric, a més els suports utilitzats tenen una amplària de 6 mòduls fotovoltaics de manera que per cada agrupació de 6 mòduls es tindrà una llargària de 6 metres, per últim es deixarà una distància lateral d'1 metre de seguretat entre els suports per a permetre el pas de persones per al seu futur manteniment.

A més d'això, la distància mínima entre files, que es corresponen a la distància mínima que s'ha calculat anteriorment, és de 4,2 metres a la que hi haurà de sumar l'ample del suport que és de 0,98 metres. Així doncs, es tindran 5 files amb 18 mòduls cada fila i una última fila amb únicament 6 mòduls fotovoltaics, donant com a resultat 6 files de mòduls fotovoltaics. En la següent imatge, es pot veure com queda la distribució de la instal·lació fotovoltaica.



Il·lustració 35. Distribució dels mòduls i superfície ocupada per aquests.

Com s'ha dit abans, tindrem un total de 96 mòduls fotovoltaics distribuïts com s'aprecia en la imatge anterior. En total ocuparan una superfície de 537,36 metres quadrats i els terrenys a on s'instal·laran, tenen una superfície de 6494,07 metres quadrats, així doncs es podran instal·lar els 96 mòduls fotovoltaics seguint la distribució que s'ha seleccionat.

7 Conclusions

L'elaboració del present Treball de Fi de Grau per obtenir el títol d'enginyer elèctric ha servit per a obtenir unes conclusions que m'agradaria poder escriure en les següents línies.

Com s'ha exposat en l'inici del present document, en l'apartat 3.1, en l'actualitat la societat contemporània es troba en un punt de no retorn, basant-nos en dades científiques que donen suport al fenomen que actualment es viu davant dels ulls de tots, el canvi climàtic és un fet ja consumat. Davant aquest problema, s'han escrit, debatut i proposat moltes solucions, que per desgràcia la majoria s'han quedat únicament en paper mullat o en lleis/projectes que no han acabat de suposar un avanç davant la problemàtica climàtica.

Amb aquest projecte, el que pretenc com a futur enginyer elèctric és poder aportar solucions tècniques des del camp de l'enginyeria. Els enginyers es caracteritzen per aplicar el coneixement científic en un context determinat, que menys que en els temps que es viuen actualment, des de l'enginyeria elèctrica es proposen projectes independents que ajuden al procés de sostenibilitat en l'abastiment elèctric.

Per tant, la realització d'una instal·lació solar fotovoltaica aïllada en un col·legi no és sols un mer projecte tècnic al qual s'han aplicat els coneixements obtinguts durant el grau d'enginyeria elèctrica, és la resposta per part d'un futur enginyer per a concedir els edificis públics o privats, no sols com a eines a on poder desenvolupar la vida humana sinó també com a eines que ens proporcionen l'energia d'una forma sostenible i respectuosa en el medi ambient per a poder caminar cap a un model energètic sostenible i descarbonitzat.

8 Bibliografia

- Apunts assignatura “*Centrales Eléctricas y Energías Renovables*”. UPV/EHU.
- Apunts assignatura “Energias renovables”. ETSID.
- Pareja Aparicio, M. (2016). *Energia solar fotovoltaica. Cálculo de una instalación aislada*. Nuevas Energías.
- Fernández Salgado, JM. (2008). *Guía completa de la energia solar fotovoltaica y termoelèctrica*. Madrid Vicente Ediciones.
- Perpiñán Lamiguero, O. (2018). *Energia solar fotovoltaica*.
- REE. Memòria anual Energies Renovables.
- UNEF. Informe anual 2019.

PLEC DE
CONDICIONS
TÈCNIQUES

PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES

9 Objecte

Aquest plec de condicions tècniques s'ha realitzat seguint el model proporcionat per l'IDAE per a instal·lacions fotovoltaïques aïllades de la xarxa i té com a objecte fixar les condicions tècniques mínimes que han de complir les instal·lacions fotovoltaïques aïllades de la xarxa.

Pretén servir de guia per a instal·ladors i fabricants d'equips, definint les especificacions mínimes que ha de complir una instal·lació per a assegurar la seua qualitat, en benefici de l'usuari i del mateix desenvolupament d'aquesta tecnologia.

Es valora la qualitat final de la instal·lació pel servei d'energia elèctrica, tant per la seua eficiència energètica, el seu apropiat dimensionament, la seua rendibilitat econòmica...A més, aquest Plec de condicions Tècniques és aplicat en tots els sistemes, tant mecànics com elèctrics i electrònics.

En determinats suposats del projecte es podran adoptar, per la mateixa naturalesa del mateix o del desenvolupament tecnològic, solucions diferents de les exigides en aquest PCT, sempre que quede prou justificada la seua necessitat i que no impliquen una disminució de les exigències mínimes de qualitat especificades en aquest.

10 Generalitats

Aquest Plec de condicions va destinat a aquelles instal·lacions fotovoltaïques aïllades de la xarxa que siguen d'utilitat per als següents casos:

- Aplicacions juntament amb altres fonts d'energies renovables
- Electrificació d'habitatges o edificis
- Il·luminat públic
- Bombament i tractament d'aigua

També podrà ser aplicable a altres instal·lacions diferents de les anomenades, sempre que tinguin característiques tècniques similars.

11 Disseny

11.1 Orientació, inclinació i ombres

Les pèrdues de radiació causades per una orientació i inclinació del generador diferents de les òptimes, i per ombres, en el període de disseny, no seran superiors als valors especificats en la següent taula:

Pèrdues de radiació del generador	Valor màxim permès (%)
Inclinació i orientació	20
Ombres	10
Combinació d'ambdues	20

Taula 1. Valors màxims permesos de pèrdues de radiació.

La instal·lació se situa en una zona on no hi ha cap mena de problema relacionat amb les ombres, ja que no hi ha edificis ni construccions ni res que pugui afectar la disminució de producció dels nostres panells fotovoltaics, així que els nostres valors màxims seran els que hem esmentat en la taula anterior.

El càlcul de les pèrdues de radiació causades per una inclinació i orientació del generador diferents de les òptimes s'assumeix que venen solucionades amb el sobredimensionament de 20 % de la instal·lació.

11.2 Dimensionament del sistema

Independentment del mètode de dimensionament utilitzat per l'instal·lador, hauran de realitzar-se els càlculs mínims justificatius que s'especifiquen en l'apartat 6 del document "Memòria".

Es realitzarà una estimació del consum d'energia d'acord amb l'apartat 4.3 del document "Memòria".

Es determinarà el rendiment energètic de la instal·lació i el nombre mínim de mòduls fotovoltaics requerits per a cobrir les necessitats de consum que s'especifica en l'apartat 6.1 del document "Memòria".

L'instal·lador podrà triar la grandària dels mòduls fotovoltaics i de l'acumulador en funció de les necessitats d'autonomia del sistema, de la probabilitat de pèrdua de càrrega requerida i de qualsevol altre factor que vulga considerar. La grandària del mòdul fotovoltaic serà, com a màxim, un 20% superior al mòdul calculat en l'apartat 6.1 del document "Memòria".

Com a norma general, l'autonomia mínima de sistemes amb acumulador serà de tres dies. Es calcularà l'autonomia del sistema per a l'acumulador triat en l'apartat 6.3 del document

“Memòria”. L'autonomia seleccionada serà de 4 dies. En aplicacions especials, instal·lacions mixtes eòlic-fotovoltaïques, instal·lacions amb carregador de bateries o grup electrogen de suport, etc. que no complisquen aquest requisit es justificarà adequadament.

Com a criteri general, es valorarà especialment l'aprofitament energètic de la radiació solar.

11.3 Sistema de monitorització

El sistema de monitoratge, quan s'instal·le, proporcionarà mesures, com a mínim, de les següents variables:

- Tensió i corrent CC del generador.
- Potència CC consumida, incloent-hi l'inversor com a càrrega CC.
- Potència CA consumida si n'hi haguera, excepte per a instal·lacions l'aplicació de les quals és exclusivament el bombament d'aigua.
- Comptador volumètric d'aigua per a instal·lacions de bombament.
- Radiació solar en el pla dels mòduls mesura amb un mòdul o una cèl·lula de tecnologia equivalent.
- Temperatura ambient en l'ombra.

12 Components i materials

12.1 Generalitats

Totes les instal·lacions hauran de complir amb les exigències de proteccions i seguretat de les persones, i entre elles les disposades en el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió o legislació posterior vigent.

Com a principi general, s'ha d'assegurar, com a mínim, un grau d'aïllament elèctric de tipus bàsic (classe I) per a equips i materials.

S'inclouran tots els elements necessaris de seguretat per a protegir a les persones enfront de contactes directes i indirectes, especialment en instal·lacions amb tensions d'operació superiors a $50 V_{RMS}$ o $120 V_{CC}$. Es recomana la utilització d'equips i materials d'aïllament elèctric de classe II.

S'inclouran totes les proteccions necessàries per a protegir a la instal·lació enfront de curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions

Els materials situats en intempèrie es protegiran contra els agents ambientals, en particular contra l'efecte de la radiació solar i la humitat. Tots els equips exposats a la intempèrie tindran un grau mínim de protecció IP65, i els d'interior, IP20.

Els equips electrònics de la instal·lació compliran amb les directives comunitàries de Seguretat Elèctrica i Compatibilitat Electromagnètica (ambdues podran ser certificades pel fabricant).

En l'apartat 6 del document "Memòria" s'inclourà tota la informació quant a disseny i càlculs, ressaltant els canvis que hagueren pogut produir-se i el motiu d'aquests. En el document "Memòria" també s'inclouran les especificacions tècniques, proporcionades pel fabricant, de tots els elements de la instal·lació.

Per motius de seguretat i operació dels equips, els indicadors, etiquetes, etc. dels mateixos estaran en alguna de les llengües espanyoles oficials del lloc on se situa la instal·lació.

12.2 Generadors fotovoltaics

Tots els mòduls hauran de satisfer les especificacions UNE-EN 61215 per a mòduls de silici cristal·lí, UNE-EN 61646 per a mòduls fotovoltaics de capa prima, o UNE-EN 62108 per a mòduls de concentració, així com l'especificació UNE-EN 61730-1 i 2 sobre seguretat en mòduls *FV, Aquest requisit es justificarà mitjançant la presentació del certificat oficial corresponent emés per algun laboratori acreditat.

El mòdul portarà de forma clarament visible i indeleble el model, nom o logotip del fabricant, i el número de sèrie, traçable a la data de fabricació, que permeti la seua identificació individual.

S'utilitzaran mòduls que s'ajusten a les característiques tècniques descrites a continuació. En cas de variacions respecte d'aquestes característiques, amb caràcter excepcional, haurà de presentar-se en la Memòria justificació de la seua utilització.

Els mòduls hauran de portar els díodes de derivació per a evitar les possibles avaries de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejos parcials, i tindran un grau de protecció IP65.

Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.

Perquè un mòdul resulte acceptable, la seua potència màxima i corrent de curtcircuit reals, referides a condicions estàndard hauran d'estar compreses en el marge del $\pm 5\%$ dels corresponents valors nominals de catàleg.

Serà rebutjat qualsevol mòdul que presente defectes de fabricació, com a trencaments o taques en qualsevol dels seus elements, així com mancada d'alineació en les cèl·lules, o bombolles en el encapsulant.

Quan les tensions nominals en contínua siguin superiors a 48 V, l'estructura del generador i els marcs metàl·lics dels mòduls estaran connectats a una presa de terra, que serà la mateixa que la de la resta de la instal·lació.

S'instal·laran els elements necessaris per a la desconexió, de manera independent i en tots dos terminals, de cadascuna de les branques del generador.

En aquells casos en què s'utilitzen mòduls no qualificats, haurà de justificar-se degudament i aportar documentació sobre les proves i assajos als quals han sigut

sotmesos. En qualsevol cas, tot producte que no complisca alguna de les especificacions anteriors haurà de comptar amb l'aprovació expressa de l'IDAE. En tots els casos han de complir-se les normes vigents d'obligat compliment.

12.3 Estructura de suport

Es disposaran les estructures suport necessàries per a muntar els mòduls i s'inclouran tots els accessoris que es precisen.

L'estructura de suport i el sistema de fixació de mòduls permetran les necessàries dilatacions tèrmiques sense transmetre càrregues que puguin afectar la integritat dels mòduls, seguint les normes del fabricant.

L'estructura suport dels mòduls ha de resistir, amb els mòduls instal·lats, les sobrecàrregues del vent i neu, d'acord amb el que indica el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

El disseny de l'estructura es realitzarà per a l'orientació i l'angle d'inclinació especificat per al generador fotovoltaic, tenint en compte la facilitat de muntatge i desmuntatge, i la possible necessitat de substitucions d'elements.

L'estructura es protegirà superficialment contra l'acció dels agents ambientals. La realització de trepants en l'estructura es durà a terme abans de procedir, si escau, a la galvanització o protecció d'aquesta.

Els caragols emprats haurà de ser d'acer inoxidable. En el cas que l'estructura siga galvanitzada s'admetran caragols galvanitzats, exceptuant els de subjecció dels mòduls a aquesta, que seran d'acer inoxidable.

Els topalls de subjecció de mòduls, i la mateixa estructura, no llançaran ombra sobre els mòduls.

En el cas d'instal·lacions integrades en coberta que facen de coberta de l'edifici, el disseny de l'estructura i l'estanquitat entre mòduls s'ajustarà a les exigències del Codi Tècnic de l'Edificació i a les tècniques usuals en la construcció de cobertes.

Si està construïda amb perfils d'acer laminat conformat en fred, complirà la Norma MV102 per a garantir totes les seues característiques mecàniques i de composició química.

Si és del tipus galvanitzada en calent, complirà les Normes UNE 37-501 i UNE 37-508, amb una grossària mínima de 80 micres, per a eliminar les necessitats de manteniment i prolongar la seua vida útil.

12.4 Bateries plom-àcid

Es recomana que els acumuladors siguin de plom-àcid, preferentment estacionàries i de placa tubular. No es permetrà l'ús de bateries d'arrancada.

Per a assegurar una adequada recàrrega de les bateries, la capacitat nominal de l'acumulador (en Ah) no excedirà en 25 vegades el corrent (en A) de curtcircuit en CEM del mòdul fotovoltaic. En el cas que la capacitat de l'acumulador triat siga superior a aquest valor (per existir el suport d'un generador eòlic, carregador de bateries, grup electrogen, etc.), es justificarà adequadament.

La màxima profunditat de descàrrega (referida a la capacitat nominal de l'acumulador) no excedirà el 80% en instal·lacions on es preveia que descàrregues tan profundes no seran freqüents. En aquelles aplicacions en les quals aquestes sobredescàrregues puguen ser habituals, com ara enllumenat públic, la màxima profunditat de descàrrega no superarà el 60%.

Es protegirà, especialment enfront de sobrecàrregues, a les bateries amb electròlit gelificat, d'acord amb les recomanacions del fabricant.

La capacitat inicial de l'acumulador serà superior al 90% de la capacitat nominal. En qualsevol cas, hauran de seguir-se les recomanacions del fabricant per a aquelles bateries que requerisquen una càrrega inicial.

L'autodescàrrega de l'acumulador a 20 °C no excedirà el 6% de la seua capacitat nominal per mes.

La vida de l'acumulador, definida com la corresponent fins que la seua capacitat residual caiga per davall del 80% de la seua capacitat nominal, ha de ser superior a 1000 cicles, quan es descarrega l'acumulador fins a una profunditat del 50% a 20 °C.

L'acumulador serà instal·lat seguint les recomanacions del fabricant. En qualsevol cas, haurà d'assegurar-se el següent:

- L'acumulador se situarà en un lloc ventilat i amb accés restringit.
- S'adoptaran les mesures de protecció necessàries per a evitar el curtcircuit accidental dels terminals de l'acumulador, per exemple, mitjançant cobertes aïllants.

Cada bateria, o got, haurà d'estar etiquetat, almenys, amb la següent informació:

- Tensió nominal (V).
- Polaritat dels terminals.
- Capacitat nominal (Ah).
- Fabricant (nom o logotip) i número de sèrie.

12.5 Reguladors de càrrega

Les bateries es protegiran contra sobrecàrregues i sobredescàrregues. En general, aquestes proteccions seran realitzades pel regulador de càrrega, encara que aquestes funcions podran incorporar-se en altres equips sempre que s'assegure una protecció equivalent.

Els reguladors de càrrega que utilitzen la tensió de l'acumulador com a referència per a la regulació hauran de complir els següents requisits:

- La tensió de desconnexió de la càrrega de consum del regulador haurà de triar-se perquè la interrupció del subministrament d'electricitat a les càrregues es produïska quan l'acumulador haja aconseguit la profunditat màxima de descàrrega permesa. La precisió en les tensions de cort efectives respecte als valors fixats en el regulador serà de l'1%.
- La tensió final de càrrega ha d'assegurar la correcta càrrega de la bateria.
- La tensió final de càrrega ha de corregir-se per temperatura a raó de $-4 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ a $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ per got, i estar en l'interval de $\pm 1\%$ del valor especificat.
- Es permetran sobrecàrregues controlades de l'acumulador per a evitar l'estratificació de l'electròlit o per a realitzar càrregues d'igualació.

Es permetrà l'ús d'altres reguladors que utilitzen diferents estratègies de regulació atesos altres paràmetres, com per exemple, l'estat de càrrega de l'acumulador. En qualsevol cas, haurà d'assegurar-se una protecció equivalent de l'acumulador contra sobrecàrregues i sobreescàrregues.

Els reguladors de càrrega estaran protegits enfront de curtcircuits en la línia de consum.

El regulador de càrrega se seleccionarà perquè siga capaç de resistir sense mal una sobrecàrrega simultània, a la temperatura ambient màxima, de:

- Corrent en la línia de generador: un 25% superior al corrent de curtcircuit del generador fotovoltaic en CEM.
- Corrent en la línia de consum: un 25% superior al corrent màxim de la càrrega de consum.

El regulador de càrrega hauria d'estar protegit contra la possibilitat de desconnexió accidental de l'acumulador, amb el generador operant en les CEM i amb qualsevol càrrega. En aquestes condicions, el regulador hauria d'assegurar, a més de la seua pròpia protecció, la de les càrregues connectades.

Les caigudes internes de tensió del regulador entre les seues terminals de generador i acumulador seran inferiors al 4% de la tensió nominal (0,5 V per a 12 V de tensió nominal), per a sistemes de menys d'1 kW, i del 2% de la tensió nominal per a sistemes majors d'1 kW, incloent-hi els terminals. Aquests valors s'especifiquen per a les següents condicions: corrent nul en la línia de consum i corrent en la línia generador-acumulador igual al corrent màxim especificat per al regulador. Si les caigudes de tensió són superiors, per exemple, si el regulador incorpora un díode de bloqueig, es justificarà el motiu en la Memòria de Sol·licitud.

Les caigudes internes de tensió del regulador entre les seues terminals de bateria i consum seran inferiors al 4% de la tensió nominal (0,5 V per a 12 V de tensió nominal), per a sistemes de menys d'1 kW, i del 2% de la tensió nominal per a sistemes majors d'1 kW, incloent-hi els terminals. Aquests valors s'especifiquen per a les següents condicions: corrent nul en la línia de generador i corrent en la línia acumulador-consum igual al corrent màxim especificat per al regulador.

Les pèrdues d'energia diàries causades per l'autoconsum del regulador en condicions normals d'operació han de ser inferiors al 3% del consum diari d'energia.

Les tensions de reconexió de sobrecàrrega i sobredescàrrega seran diferents de les de desconnexió, o bé estaran temporitzades, per a evitar oscil·lacions desconnexió-reconnexió.

El regulador de càrrega haurà d'estar etiquetat amb almenys la següent informació:

- Tensió nominal (V).
- Corrent màxim (A).
- Fabricant (nom o logotip) i número de sèrie.
- Polaritat de terminals i connexions.

12.6 Inversors

Els requisits tècnics d'aquest apartat s'apliquen a inversors monofàsics o trifàsics que funcionen com a font de tensió fixa (valor eficaç de la tensió i freqüència d'eixida fixos). Per a altres tipus d'inversors s'asseguraran requisits de qualitat equivalents.

Els inversors seran d'ona sinusoidal pura. Es permetrà l'ús d'inversors d'ona no sinusoidal, si la seua potència nominal és inferior a 1 kVA, no produeixen mal a les càrregues i asseguruen una correcta operació d'aquestes.

Els inversors es connectaran a l'eixida de consum del regulador de càrrega o en borns de l'acumulador. En aquest últim cas s'assegurarà la protecció de l'acumulador enfront de sobrecàrregues i sobredescàrregues, d'acord amb l'especificat en l'anterior apartat. Aquestes proteccions podran estar incorporades en el propi inversor o es realitzaran amb un regulador de càrrega, i en aquest cas el regulador ha de permetre breus baixades de tensió en l'acumulador per a assegurar l'arrancada de l'inversor.

L'inversor ha d'assegurar una correcta operació en tot el marge de tensions d'entrada permeses pel sistema.

La regulació de l'inversor ha d'assegurar que la tensió i la freqüència d'eixida estiguen en els següents marges, en qualsevol condició d'operació:

$$V_{NOM} \pm 5\%, \text{ sent } V_{NOM} = 220 V_{RMS} \text{ o } 230 V_{RMS}$$

$$50 \text{ Hz} \pm 2\%$$

L'inversor serà capaç d'entregar la potència nominal de forma continuada, en el marge de temperatura ambient especificat pel fabricant.

L'inversor ha d'arrancar i operar totes les càrregues especificades en la instal·lació, especialment aquelles que requereixen elevats corrents d'arrancada (TV, motors, etc.), sense interferir en la seua correcta operació ni en la resta de càrregues.

Els inversors estaran protegits enfront de les següents situacions:

- Tensió d'entrada fora del marge d'operació.

- Desconnexió de l'acumulador.
- Curtcircuit en l'eixida de corrent altern.
- Sobrecàrregues que excedisquen la duració i límits permesos.

L'autoconsum de l'inversor sense càrrega connectada serà menor o igual al 2% de la potència nominal d'eixida.

Les pèrdues d'energia diària ocasionades per l'autoconsum de l'inversor seran inferiors al 5% del consum diari d'energia. Es recomana que l'inversor tinga un sistema d'“estand-by” per a reduir aquestes pèrdues quan l'inversor treballa en buit (sense càrrega).

El rendiment de l'inversor amb càrregues resistives serà superior als límits especificats en la següent taula:

Tipus d'inversor		Rendiment al 20% de la potència nominal	Rendiment a potència nominal
Onda senoidal (*)	$P_{NOM} \leq 500 VA$	> 85%	> 75%
	$P_{NOM} \geq 500 VA$	> 90%	> 85%
Onda no senoidal		> 90%	> 85%

Taula 2. Valors mínims de rendiment per a l'inversor.

(*)Es considerarà que els inversors són d'ona sinusoidal si la distorsió harmònica total de la tensió d'eixida és inferior al 5% quan l'inversor alimenta càrregues lineals, des del 20% fins al 100% de la potència nominal.

Els inversors hauran d'estar etiquetats amb, almenys, la següent informació:

- Potència nominal (VA).
- Tensió nominal d'entrada (V).
- Tensió (V_{RMS}) i freqüència (Hz) nominals d'eixida.
- Fabricadora (nom o logotip) i número de sèrie.
- Polaritat i terminals.

12.7 Càrregues de consum

Es recomana utilitzar electrodomèstics d'alta eficiència.

S'utilitzaran llums fluorescents, preferiblement d'alta eficiència. No es permetrà l'ús de llums incandescents.

Els llums fluorescents de corrent altern hauran de complir la normativa sobre aquest tema. Es recomana utilitzar llums que tinguen corregit el factor de potència.

En absència d'un procediment reconegut de qualificació de llums fluorescents de contínua, aquests dispositius hauran de verificar els següents requisits:

- El balast ha d'assegurar una encesa segura en el marge de tensions d'operació, i en tot el marge de temperatures ambientes previstes.
- El llum ha d'estar protegida quan:
 - S'inverteix la polaritat de la tensió d'entrada.
 - L'eixida del balast és curtcircuitada.
 - Opera sense tub.
- La potència d'entrada del llum ha d'estar en el marge de $\pm 10\%$ de la potència nominal.
- El rendiment lluminós del llum ha de ser superior a 40 lúmens/W.
- El llum ha de tindre una duració mínima de 5000 cicles quan s'aplica el següent cicle: 60 segons encés/150 segons apagat, i a una temperatura de 20 °C.
- Els llums han de complir les directives europees de seguretat elèctrica i compatibilitat electromagnètica.

Es recomana que no s'utilitzen càrregues per a climatització.

Els sistemes amb generadors fotovoltaics de potència nominal superior a 500 W tindran, com a mínim, un comptador per a mesurar el consum d'energia (excepte sistemes de bombament). En sistemes mixtos amb consums en contínua i alterna, bastarà un comptador per a mesurar el consum en contínua de les càrregues CC i de l'inversor. En sistemes amb consums de corrent altern únicament, es col·locarà el comptador a l'eixida de l'inversor.

Els endolls i preses de corrent per a corrent continu han d'estar protegits contra inversió de polaritat i ser diferents dels d'ús habitual per a corrent altern.

12.8 Cablejat

Tot el cablejat complirà amb el que s'estableix en la legislació vigent.

Els conductors necessaris tindran la secció adequada per a reduir les caigudes de tensió i els calfaments. Concretament, per a qualsevol condició de treball, els conductors hauran de tindre la secció suficient perquè la caiguda de tensió siga inferior, incloent-hi qualsevol terminal intermedi, a l'1,5% a la tensió nominal contínua del sistema.

S'inclourà tota la longitud de cables necessària (part contínua i/o alterna) per a cada aplicació concreta, evitant esforços sobre els elements de la instal·lació i sobre els mateixos cables.

Els positius i negatius de la part contínua de la instal·lació es conduiran separats, protegits i senyalitzats (codis de colors, etiquetes, etc.) d'acord amb la normativa vigent.

Els cables d'exterior estaran protegits contra la intempèrie.

12.9 Proteccions i posada a terra

Totes les instal·lacions amb tensions nominals superiors a 48 volts comptaran amb una presa de terra a la qual estarà connectada, com a mínim, l'estructura suport del generador i els marcs metàl·lics dels mòduls.

El sistema de proteccions assegurarà la protecció de les persones enfront de contactes directes i indirectes. En cas d'existir una instal·lació prèvia no s'alteraran les condicions de seguretat d'aquesta.

La instal·lació estarà protegida enfront de curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions. Es prestarà especial atenció a la protecció de la bateria enfront de curtcircuits mitjançant un fusible, interruptor magnetotèrmic o un altre element que complisca amb aquesta funció.

13 Recepció i probes

L'instal·lador entregarà a l'usuari un document-albarà en el qual conste el subministrament de components, materials i manuals d'ús i manteniment de la instal·lació. Aquest document serà signat per duplicat per totes dues parts, conservant cadascuna un exemplar. Els manuals entregats a l'usuari estaran en alguna de les llengües oficials espanyoles del lloc de l'usuari de la instal·lació, per a facilitar la seua correcta interpretació.

Les proves de realitzar per l'instal·lador, amb independència de l'indicat amb anterioritat en aquest PCT, seran, com a mínim, les següents:

- Funcionament i posada en marxa del sistema.
- Prova de les proteccions del sistema i de les mesures de seguretat, especialment les de l'acumulador.

Concloes les proves i la posada en marxa es passarà a la fase de la Recepció Provisional de la Instal·lació. L'Acta de Recepció Provisional no se signarà fins a haver comprovat que el sistema ha funcionat correctament durant un mínim de 240 hores seguides, sense interrupcions o parades causades per fallades del sistema subministrat. A més s'han de complir els següents requisits:

- Lliurament de la documentació requerida en aquest PCT.
- Retirada d'obra de tot el material sobrant.
- Neteja de les zones ocupades, amb transport de totes les deixalles a abocador.

Durant aquest període el subministrador serà l'únic responsable de l'operació del sistema, encara que haurà d'ensinistrar a l'usuari.

Tots els elements subministrats, així com la instal·lació en el seu conjunt, estaran protegits enfront de defectes de fabricació, instal·lació o elecció de components per una garantia de tres anys, salve per als mòduls fotovoltaics, per als quals la garantia serà de huit anys comptats a partir de la data de la signatura de l'Acta de Recepció Provisional.

No obstant això, vençuda la garantia, l'instal·lador quedarà obligat a la reparació de les fallades de funcionament que es puguin produir si s'apreciarà que el seu origen procedeix de defectes ocults de disseny, construcció, materials o muntatge, compromentent-se a esmenar-los sense cap càrrec. En qualsevol cas, haurà d'atendre's al que s'estableix en la legislació vigent quant a vicis ocults.

14 Manteniment

L'objecte d'aquest apartat és definir les condicions generals mínimes que han de seguir-se per al manteniment de les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica aïllades de la xarxa de distribució elèctrica.

Es defineixen dos escalons d'actuació per a englobar totes les operacions necessàries durant la vida útil de la instal·lació, per a assegurar el funcionament, augmentar la producció i prolongar la duració d'aquesta:

- Manteniment preventiu
- Manteniment correctiu

Les operacions de manteniment realitzades es registraran en un llibre de manteniment.

14.1 Pla de manteniment preventiu

Aquest manteniment cobreix: operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicades a la instal·lació han de permetre mantindre, dins de límits acceptables, les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la instal·lació. El manteniment preventiu de la instal·lació inclourà una visita anual en la qual es realitzaran:

- Verificació del funcionament de tots els components i equips.
- Revisió del cablejat, connexions, platines, terminals, etc.
- Comprovació de l'estat dels mòduls: situació respecte al projecte original, neteja i presència de danys que afecten la seguretat i proteccions.
- Estructura suport: revisió de danys en l'estructura, deterioració per agents ambientals, oxidació, etc.
- Bateries: nivell de l'electròlit, neteja i greixat de terminals, etc.
- Regulador de càrrega: caigudes de tensió entre terminals, funcionament d'indicadors, etc.
- Inversors: estat d'indicadors i alarmes.
- Caigudes de tensió en el cablejat de contínua.
- Verificació dels elements de seguretat i proteccions: preses de terra, actuació d'interruptors de seguretat, fusibles, etc.

14.2 Pla de manteniment correctiu

Totes les operacions de substitució necessàries per a assegurar que el sistema funcione correctament durant la seua vida útil. Inclou:

- La visita a la instal·lació en els terminis indicats i cada vegada que l'usuari el requereixca per avaria greu en la instal·lació.
- L'anàlisi i pressupost dels treballs i reposicions necessàries per al correcte funcionament d'aquesta.
- Els costos econòmics del manteniment correctiu, amb l'abast indicat, formen part del preu anual del contracte de manteniment. Podran no estar incloses ni la mà d'obra, ni les reposicions d'equips necessàries més enllà del període de garantia.

14.3 Garantia

Sense perjudici d'una possible reclamació a tercers, la instal·lació serà reparada d'acord amb aquestes condicions generals si ha patit una avaria a causa d'un defecte de muntatge o de qualsevol dels components, sempre que haja sigut manipulada correctament d'acord amb el que s'estableix en el manual d'instruccions.

La garantia es concedeix a favor del comprador de la instal·lació, la qual cosa haurà de justificar-se degudament mitjançant el corresponent certificat de garantia, amb la data que s'acredite en el lliurament de la instal·lació.

ESTUDI ECONÒMIC

ESTUDI ECONÒMIC

15 Pressupost

El pressupost té com a missió calcular el cost total que suposarà la realització de la instal·lació. Per tant serà necessari conèixer el cost de la instal·lació fotovoltaica, el cablejat, les proteccions i el cost de la mà d'obra necessària per a dur a terme la instal·lació de tots els elements. Per a dur a terme aquesta tasca, s'ha consultat el preu amb els diferents proveïdors i s'ha tingut en compte l'IVA i els possibles descomptes que cada proveïdor proporcionava.

15.1 Instal·lació fotovoltaica

En aquest apartat, s'ha realitzat el càlcul dels costos dels principals elements que formen la instal·lació solar fotovoltaica.

Element	Descripció	Unitats	Preu unitat (€)	Total (€)
1	Mòdul fotovoltaic – Jinko Eagle JKM330PP-72	96	175	16800,00
2	Regulador de Càrrega SmartSolar MPPT 150/85	2	719,99	1439,98
3	Inversor Victron Energy QUATTRO de 48V i 12000W	2	5104,56	10209,12
4	Bateria Exide Classic Solar OPzS-Solar 4100. 4000Ah/C100. 2V	72	1308,01	94176,72
5	Estructura de suport CVE915XL per a 6 mòduls fotovoltaics - SabikaSolar	16	338	5408,00
6	Caseta prefabricada – CMT SOLAR 6000	1	2500	2500
TOTAL				130.533,82

Taula 1. Pressupost instal·lació fotovoltaica

En total el cost total dels elements de la instal·lació fotovoltaica és de, **cent trenta mil cinc-cents trenta-tres euros amb huitanta-huit cèntims**. (IVA INCLÒS)

15.2 Cablejat

En aquest apartat, s'ha realitzat el càlcul dels costos de tot el cablejat necessari per a la connexió del diferents elements de la instal·lació

Element	Descripció	Unitats (m)	Preu unitat (€/m)	Total (€)
1	Cable RV-K de coure amb aïllament de polietilè reticulat i coberta de PVC. 185 mm ² de secció.	432	29,83	12886,56
2	Cable RV-K de coure amb aïllament de polietilè reticulat i coberta de PVC. 25 mm ² de secció.	15	4,32	64,8
3	Cable RV-K de coure amb aïllament de polietilè reticulat i coberta de PVC. 50 mm ² de secció.	120	8,40	1008
TOTAL				13.959,36

Taula 2. Pressupost cablejat.

En total el cost total del cablejat de la instal·lació és de, **tretze mil nou-cents cinquanta-nou euros amb trenta-sis cèntims** (IVA INCLÒS).

15.3 Proteccions

En aquest apartat, s'ha realitzat el càlcul dels costos de les proteccions necessàries per a la instal·lació fotovoltaica.

Element	Descripció	Unitats	Preu unitat (€)	Total (€)
1	Interruptor diferencial model iID K - Bipolar - 40A - 30mA de la companyia Schneider Electric	2	87,34	174,68
2	Interruptor magnetotèrmic IC60N - 2P - 40 A - Curva C de la companyia ShneiderElectric	2	114,48	228,96
3	Fusible NH1 gPV 100 A de la companyia DF Electrics.	2	4,65	9,3
4	Pica de posada a terra rogenca de 2m i 14mm	3	8,62	25,86
5	Arqueta de posada a terra de plàstic	3	19,80	59,4
TOTAL				498,20

Taula 3. Pressupost proteccions.

En total el cost total de les diferents proteccions de la instal·lació és de, **quatre-cents noranta-huit euros amb vint cèntims (IVA INCLÒS)**

15.4 Mà d'obra

Per a dur a terme el disseny tècnic de la instal·lació serà necessari el treball d'un enginyer, és a dir, treball d'oficina tècnica d'enginyeria i per a la posterior instal·lació i muntatge dels diferents elements seran necessaris quatre electricistes experts en instal·lacions fotovoltaïques. Aquests treballaran 8 hores diàries durant 5 dies a la setmana i realitzaran el muntatge en 2 setmanes.

Element	Descripció	Unitats (h)	Preu unitat (€/h)	Total (€)
1	Instal·lador fotovoltaica	320	20	6400
2	Treball d'oficina tècnica d'enginyeria	100	25	2500
TOTAL				8.900

Taula 4. Pressupost mà d'obra.

En total el cost total de la mà d'obra necessària per a dur a terme el present projecte és de, **huit mil nou-cents euros (IVA INCLÒS)**.

16 Resum

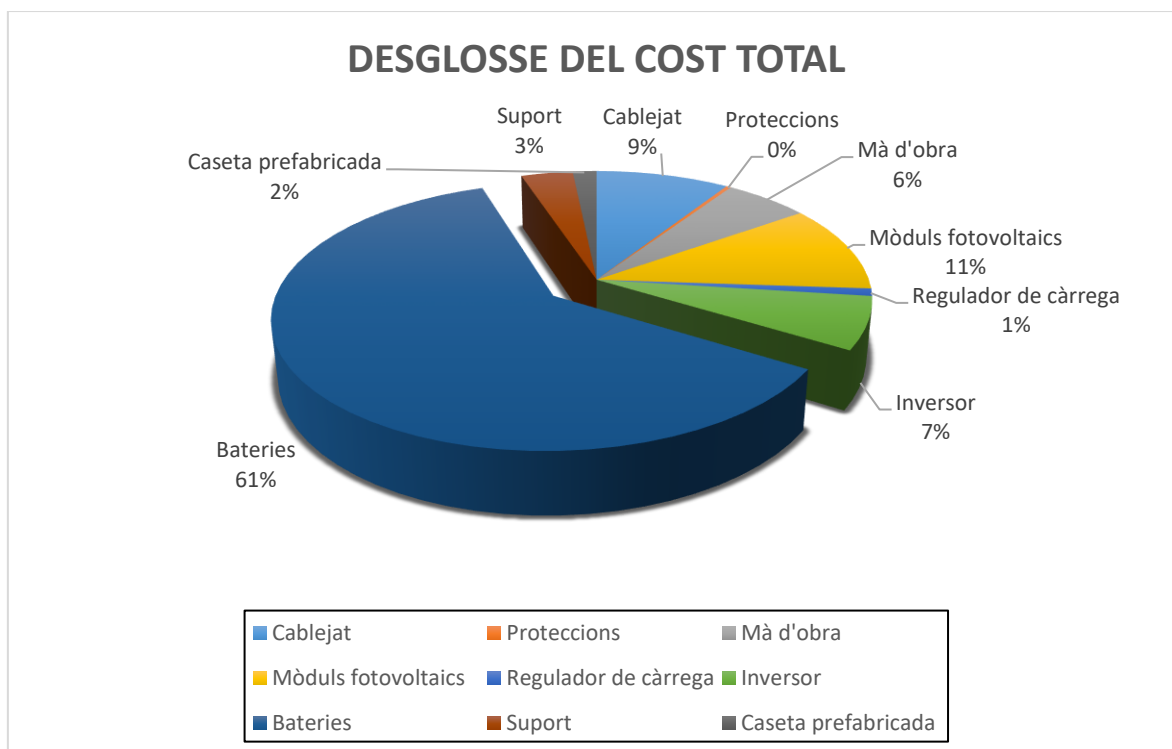
Després de consultar els preus de tots els elements necessaris per a dur a terme la instal·lació solar fotovoltaica aïllada i calcular els costos totals que suposa aquesta obra, s'adjunta a continuació una taula acompanyada d'un gràfic per veure quins són els elements que més costos ens suposen en una instal·lació solar d'aquest tipus.

RESUM PRESSUPOST	
Instal·lació fotovoltaica	130.533,82
Cablejat	13.959,36
Proteccions	498,2
Mà d'obra	8.900
COST TOTAL INSTAL·LACIÓ	153.891,38

Taula 5. Resum pressupost total.

En total el cost total de la instal·lació solar fotovoltaica aïllada per al col·legi municipal "Les Marjals" ascendeix a **cent cinquanta-tres mil huit-cents noranta-u amb trenta hui cèntims. (IVA INCLÒS)**.

A continuació, s'adjunta un gràfic, per veure el desglosse del cost de cada apartat sobre el total del cost de la instal·lació:



Il·lustració 1. Desglosse del cost total de la instal·lació.

Com es pot veure, el que suposa un major cost són les bateries, aquestes suposen un 62% del cost total de la instal·lació. Al ser una instal·lació solar fotovoltaica aïllada el paper de les bateries és essencial per a proporcionar i emmagatzemar l'energia elèctrica i és l'element que suposa un major cost.

Aquest és un de les desavantatges en l'actualitat de les instal·lacions aïllades de la xarxa però en els pròxims anys s'espera una oferta de bateries amb preus molt menys elevats, el que suposaria el punt de partida perquè les instal·lacions aïllades de xarxa s'estengueren més fàcilment.

17 Cost de la instal·lació

En aquest apartat es realitzarà l'estudi de l'aprofitament energètic i de l'amortització econòmica que s'obindrà als 25 i 40 anys de la present instal·lació fotovoltaica aïllada.

Aquest estudi és important perquè és interessant conèixer si la instal·lació al llarg dels anys serà rendible i també ens dona una visió de com el pas del temps pot afectar el rendiment dels diferents elements fotovoltaics.

Per a poder conèixer si és rentable o no, serà necessari calcular el cost del kWh generat i del kWh consumit i poder veure així l'aprofitament que s'obindrà.

17.1 Cost Watt Pic (Wp)

Una dada molt important que es farà servir més avant, és el preu de la instal·lació per Watt pic (Wp). Aquest valor, serveix per a poder saber si la instal·lació que es realitzarà serà rendible o no al llarg dels anys.

Per a calcular aquest valor, és necessari conèixer el cost total que suposa dur a terme la instal·lació i per un altre costat la potencia total pic dels mòduls instal·lats:

$$W_p = \frac{\text{Cost total}}{\text{Potencia pic total mòduls fotovoltaics}}$$

$$W_p = \frac{153891,38}{96 \cdot 330} = 4,85 \text{ €/Wp}$$

El cost per watt pic és de 4,85 €, aquest valor podria ser més baix en comparació a altres instal·lacions aïllades de la xarxa però es troba en un valor acceptable actualment.

Cal dir que en els últims anys el preu del watt pic ha baixat gràcies a la disminució del preu dels mòduls fotovoltaics. En els pròxims anys s'espera que junt amb la disminució del preu de les bateries, el cost del watt pic siga molt més baix que en l'actualitat.

17.2 Als 25 anys

17.2.1 Cost kWh generat

Per a poder calcular el cost del kWh generat al cap de 25 anys, cal establir els anys de vida dels principals elements que formen la instal·lació fotovoltaica. És per tant necessari acudir a la fulla de característiques tècniques de cada element i comprovar molts anys de vida tenen els elements a estudiar.

En el cas dels mòduls fotovoltaics, el fabricant indica en la seua fulla de característiques que els mòduls al cap de 25 anys tindran un funcionament correcte i sense cap classe de problema, de manera que no serà necessari la substitució d'aquest element.

Quant a la resta d'elements, com és el cas dels reguladors de càrrega, inversors i les bateries, tenen un duració d'uns 15/17 anys segons els diferents fabricants. Així doncs, aquests elements deuran ser substituïts una vegada al cap de 25 anys, suposant així un cost extra per a la instal·lació.

A continuació, es calcula el cost econòmic en l'escenari dels 25 anys mitjançant la següent expressió:

$$\text{Cost 25 anys} = \text{Cost inicial} + \text{Substitució reguladors, bateries e inversors} + \text{Manteniment}$$

$$\text{Cost 25 anys} = 153891,38 + 105825,82 + 3500 = 263217,2 \text{ €}$$

Cal dir que el cost de les bateries, reguladors i inversors en el futur serà més baix i per tant aquest cost al cap de 25 anys serà molt menys elevat que el calculat en aquest treball.

Una vegada, s'ha calculat el cost que suposarà la instal·lació al cap de 25 anys, cal conèixer el nombre d'hores solars pic per any que s'obtidran en Ondara, localitat a on està situat el col·legi "Les Marjals". Les dades d'hores solars pic, s'hi han extret de la pàgina web "fusionenergiasolar.com".

Mesos	Dies totals	HSP/Dia	HSP/Mes
Gener	31	3,188	98,83
Febrer	28	4,034	112,95
Març	31	4,709	145,98
Abril	30	4,515	135,45
Maig	31	4,749	147,22
Juny	30	4,754	142,62
Juliol	31	5,304	164,42
Agost	31	5,438	168,58
Setembre	30	5,400	162
Octubre	31	4,987	154,6
Novembre	30	4,029	120,87
Desembre	31	3,104	96,22
HSP/Any			1649,74

Taula 6. Hores solar pic mensuals a Ondara.

Després de obtindre les hores pic solars totals en un any, es poden calcular ja els kWh generats, mitjançant la següent expressió:

$$kWh \text{ generats} = \text{Potencia total mòduls} \cdot \frac{HSP}{Any} \cdot \% \text{ Pèrdues mòduls} \cdot 25 \text{ anys}$$

Per saber les pèrdues dels mòduls fotovoltaics al cap de 25 anys, s'acudeix a la fulla de característiques que ens proporciona el fabricant i es pot veure que al cap de 25 anys es tindrà com a màxim un 20 % de pèrdues, de tal manera que en el present cas s'aplicarà una mitja aproximada que ens dona un resultat d'un 10% de pèrdues en els 25 anys. Així doncs:

$$kWh \text{ generats} = 31,680 \cdot 1649,74 \cdot 0,9 \cdot 25 \text{ anys} = 1175934,672 \text{ kWh 25 anys}$$

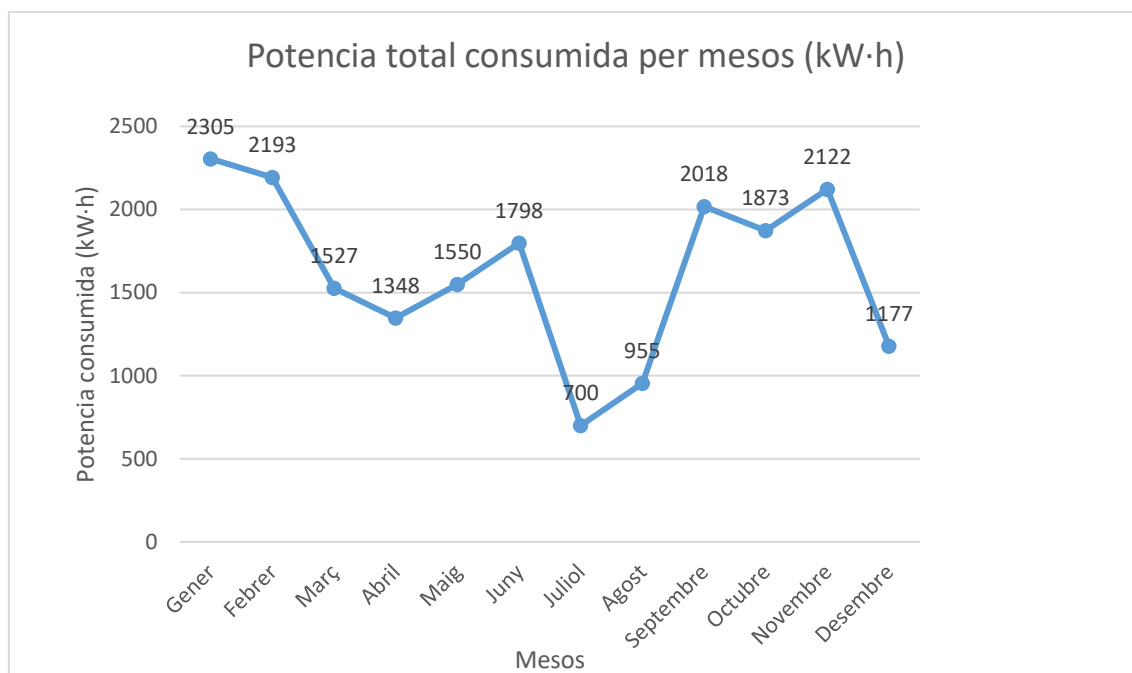
Per tant, al cap de 25 anys la instal·lació haurà generat 1.175.934,672 kWh i el cost del kWh generat serà el següent:

$$\text{Cost kWh generat} = \frac{\text{Cost als 25 anys}}{\text{kWh generats}} = \frac{263217,2}{1175934,672} = 0,2238 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

El cost del kWh generat ascendeix a 0,2238 euros però aquest cost no és real, ja que tota l'energia que produeix la instal·lació fotovoltaica no es consumida i part d'ella es perd a causa que no es pot emmagatzemar en les bateries tota l'energia elèctrica que es produeix.

17.2.2 Cost kWh consumit

Per tant, s'haurà de determinar el kWh consumits al llarg de 25 anys. Per a poder dur a terme aquesta tasca, cal acudir a les factures elèctriques proporcionades per l'ajuntament d'Ondara, on es veuen reflectits els consums mensuals i realitzar un sumatori de tots els mesos, per a determinar el consum energètic anual.



Il·lustració 2. Consums energètics mensuals.

En total, després de realitzar el sumatori de tots els consums mensuals, s'obté un consum energètic anual de 19.566 kWh anuals.

Per tant, els kWh consumits en 25 anys seran:

$$\text{kWh consumits als 25 anys} = 19566 \cdot 25 = 489.150 \text{ kWh}$$

Després de obtindre els kWh consumits durant els primers 25 anys de vida de la instal·lació fotovoltaica, es realitza el càlcul del cost del kWh consumit:

$$\text{Cost kWh consumit} = \frac{\text{Cost als 25 anys}}{\text{kWh consumits 25 anys}} = \frac{263217,2}{489150} = 0,5381 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

Es pot observar, que existeix una gran diferència entre el cost del kWh generat i el cost del kWh consumit. El cost del kWh consumit és més real, ja que al treballar sobre una instal·lació aïllada de la xarxa sempre es malbaratarà una part de l'energia generada per la instal·lació fotovoltaica.

Per tant, el cost del kWh consumit és de 0,5381 euros. Aquest cost suposà un preu elevat per al kWh, ja que en l'actualitat el preu del kWh es troba en uns 0,12 €. La causa d'aquesta diferència de preus, resideix en què les instal·lacions aïllades de la xarxa actualment no resulten viables econòmicament, ja que l'elevat cost de les unitats de bateries augmenta significativament el preu del kWh consumit/generat en la instal·lació aïllada.

17.2.3 Aprofitament de la instal·lació

Per acabar, es calcularà l'aprofitament de la instal·lació fotovoltaica que s'obté al cap de 25 anys:

$$\text{Aprofitament 25 anys (\%)} = \frac{\text{kWh consumits}}{\text{kWh generats}} \cdot 100$$

$$\text{Aprofitament 25 anys (\%)} = \frac{489150}{1175934,672} \cdot 100 = \mathbf{41,6 \%}$$

Amb aquesta dada, es pot concloure que la instal·lació aprofitarà únicament el 41,6% de l'energia elèctrica generada pels mòduls fotovoltaics.

17.3 Als 40 anys

Per a finalitzar l'estudi, es realitzarà el mateix procediment realitzat per a l'escenari de 25 anys però ara amb un escenari de 40 anys, per veure com varien els preus dels kWh generats i consumits.

17.3.1 Cost kWh generat

En aquest cas, es considera que els mòduls fotovoltaics van a seguir funcionament correctament, amb menys rendiment però seguiran seguint útils per a la instal·lació.

Quant a la resta d'elements, com és el cas dels reguladors de càrrega, inversors i les bateries, tenen un duració d'uns 15/17 anys segons els diferents fabricants. Així doncs, aquests elements deuran ser substituïts una altra vegada al cap de 40 anys, suposant així un cost extra per a la instal·lació.

A continuació, es calcula el cost econòmic en l'escenari dels 40 anys mitjançant la següent expressió:

$$\text{Cost 40 anys} = \text{Cost 25 anys} + \text{Substitució reguladors, bateries e inversors} + \text{Manteniment}$$

$$\text{Cost 40 anys} = 263217,2 + 105825,82 + 3500 = 372543,02 \text{ €}$$

A continuació, es realitza el càlcul dels kWh generats en 40 anys. Per a l'escenari dels 40 anys, és sabut que el rendiment de producció dels mòduls fotovoltaics serà menor, es considerarà que al cap de 40 anys el rendiment serà un 40% menor, ja que el fabricant indica que al cap de 25 anys el rendiment és un 20% menor. Partint d'aquestes dades, es farà servir una mitja d'un 20% de desgast dels mòduls fotovoltaics durant l'escenari dels 40 anys.

Es poden calcular ja els kWh generats, mitjançant la següent expressió:

$$kWh \text{ generats} = \text{Potència total mòduls} \cdot \frac{HSP}{Any} \cdot \% \text{ Pèrdues mòduls} \cdot 40 \text{ anys}$$

$$kWh \text{ generats} = 31,680 \cdot 1649,74 \cdot 0,8 \cdot 40 \text{ anys} = 1672440,42 \text{ kWh}$$

Per tant, al cap de 40 anys la instal·lació haurà generat 1.672.440,42 kWh i el cost del kWh generat serà el següent:

$$\text{Cost kWh generat} = \frac{\text{Cost als 40 anys}}{kWh \text{ generats}} = \frac{372543,02}{1672440,42} = 0,2227 \frac{\text{€}}{kWh}$$

El cost del kWh generat ascendeix a 0,2227 euros. Aquest valor és una mica menys elevat que el calculat en l'escenari de 25 anys.

Però aquest cost no és real, ja que tota l'energia que produeix la instal·lació fotovoltaica no és consumida i part d'ella es perd a causa que no es pot emmagatzemar en les bateries tota l'energia elèctrica que es produeix.

Aquest cost no serveix per a comparar-lo en el cost del kWh de la xarxa elèctrica, per tant es deu fer el càlcul del kWh consumit.

17.3.2 Cost kWh consumit

Com s'ha dit en l'apartat 3.2.2 el consum anual del col·legi és de 19.566 kWh anuals

Per tant, els kWh consumits en 40 anys seran:

$$kWh \text{ consumits als 40 anys} = 19566 \cdot 40 = 782640 \text{ kWh}$$

Després de obtindre els kWh consumits durant els 40 anys de vida de la instal·lació fotovoltaica, es realitza el càlcul del cost del kWh consumit:

$$\text{Cost kWh consumit} = \frac{\text{Cost als 40 anys}}{\text{kWh consumits 40 anys}} = \frac{372543,02}{782640} = 0,4760 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

A l'observar el resultat del cost del kWh consumit al cap de 40 anys i el cost al cap de 25 anys, el cost del kWh va disminuint segons passen els anys, però la diferència segueix sent petita, ja que s'ha de tornar a invertir de nou en la substitució dels reguladors, inversors i bateries.

17.3.3 Aprofitament de la instal·lació

Per acabar, es calcularà l'aprofitament de la instal·lació fotovoltaica que s'obté al cap de 40 anys:

$$\text{Aprofitament 40 anys (\%)} = \frac{\text{kWh consumits}}{\text{kWh generats}} \cdot 100$$

$$\text{Aprofitament 40 anys (\%)} = \frac{782640}{1672440,42} \cdot 100 = \mathbf{47,011\%}$$

Amb aquesta dada, es pot concloure que la instal·lació aprofitarà únicament el 47,011% de l'energia elèctrica generada pels mòduls fotovoltaics.

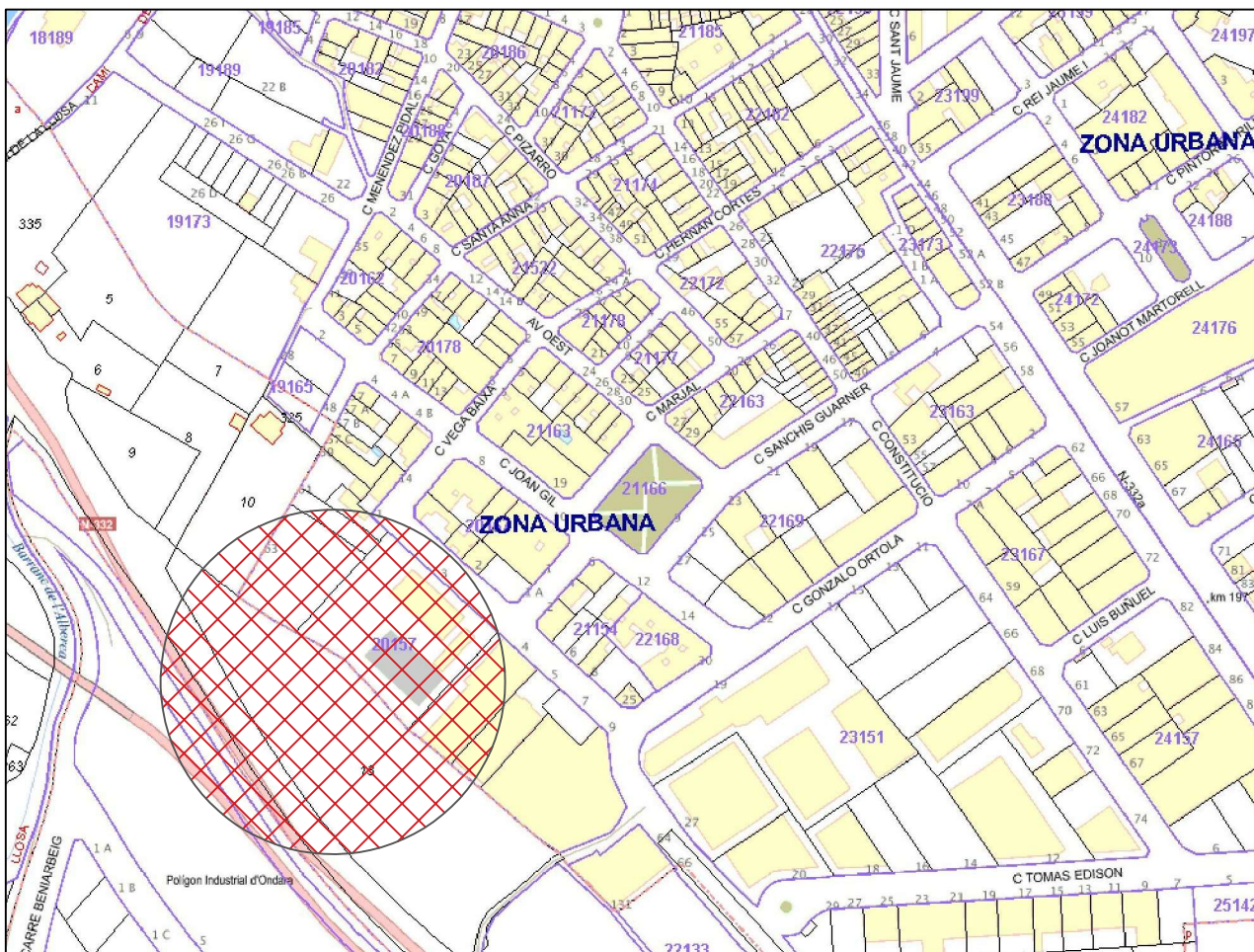
18 Viabilitat econòmica del projecte


Com s'ha observat en els càlculs realitzats per als diferents escenaris (25 i 40 anys), no existeix una gran variació de costos, ja que és necessari substituir la majoria dels elements, com és el cas de les bateries que suposen un 61 % del cost total d'una instal·lació fotovoltaica aïllada de la xarxa, aquest cost augmenta significativament el cost dels kWh consumits/generats i provoca que les instal·lacions fotovoltaïques aïllades de xarxa, en l'actualitat, no siguin rentables.

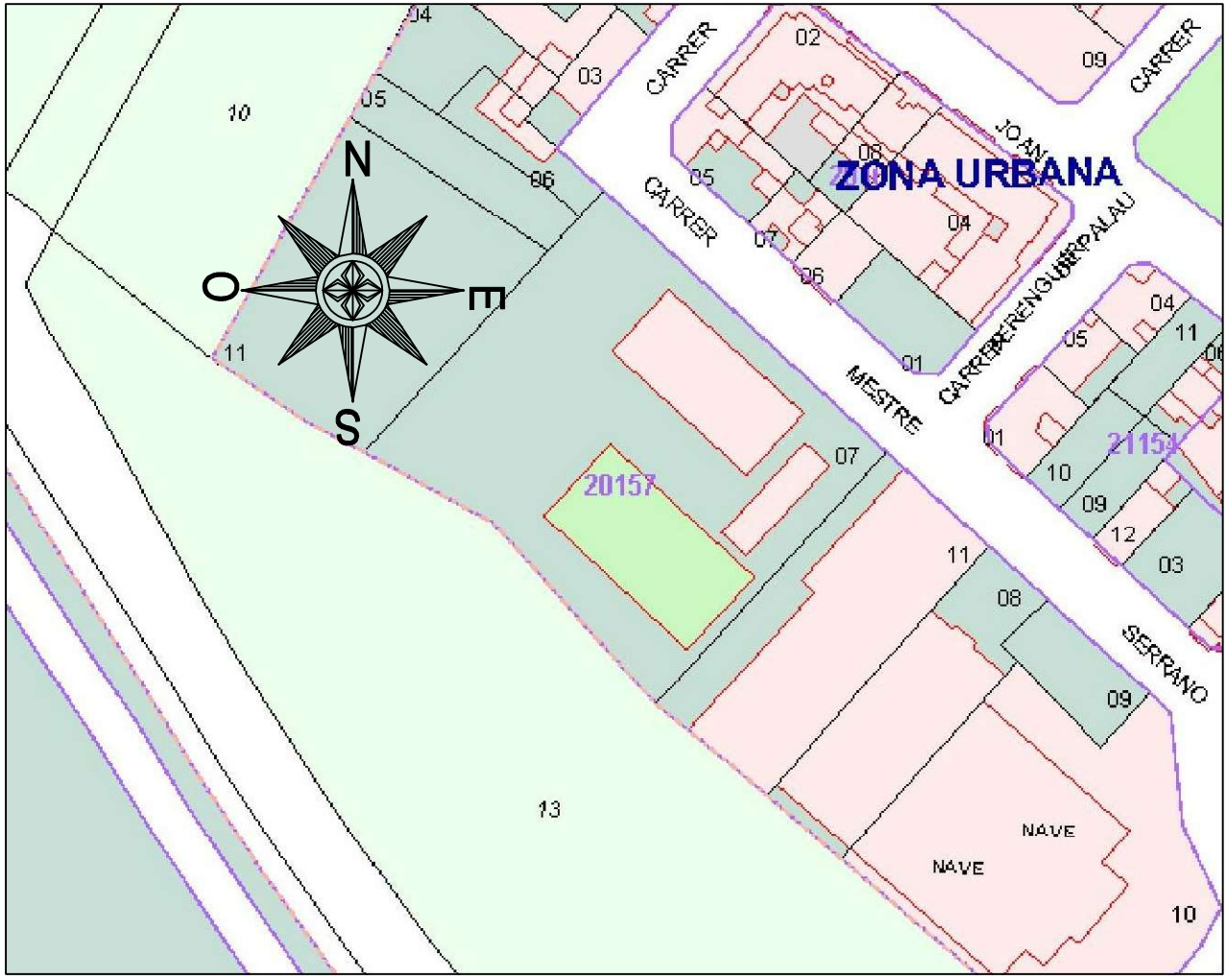
Com s'ha dit abans, el cost del kWh consumit que s'obté al cap de 40 anys, que es correspon amb un cost menys elevat que en l'escenari de 25 anys, és de 0,4760 €/kWh, mentre que segons les dades obtingudes de REE, el preu del kWh mitjà en l'actualitat ha sigut de 0,09588 €/kWh.


Una vegada arribats a aquest punt, es pot concloure que en l'actualitat l'ús d'energia fotovoltaica aïllada de la xarxa no resulta rendible respecte al consum energètic de la xarxa elèctrica convencional, per tant no resultaria en l'actualitat una solució econòmicament factible.

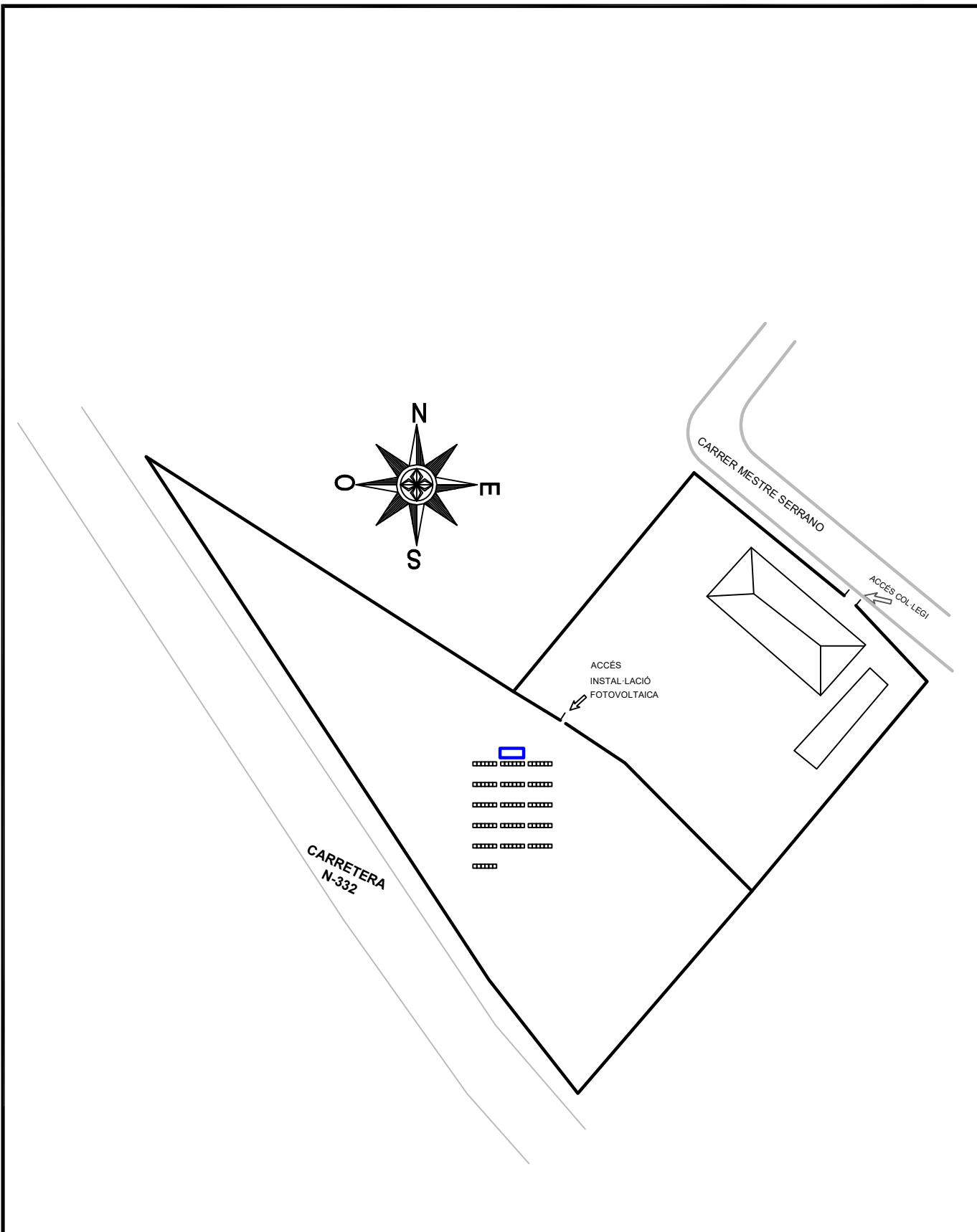
PLÀNOLS




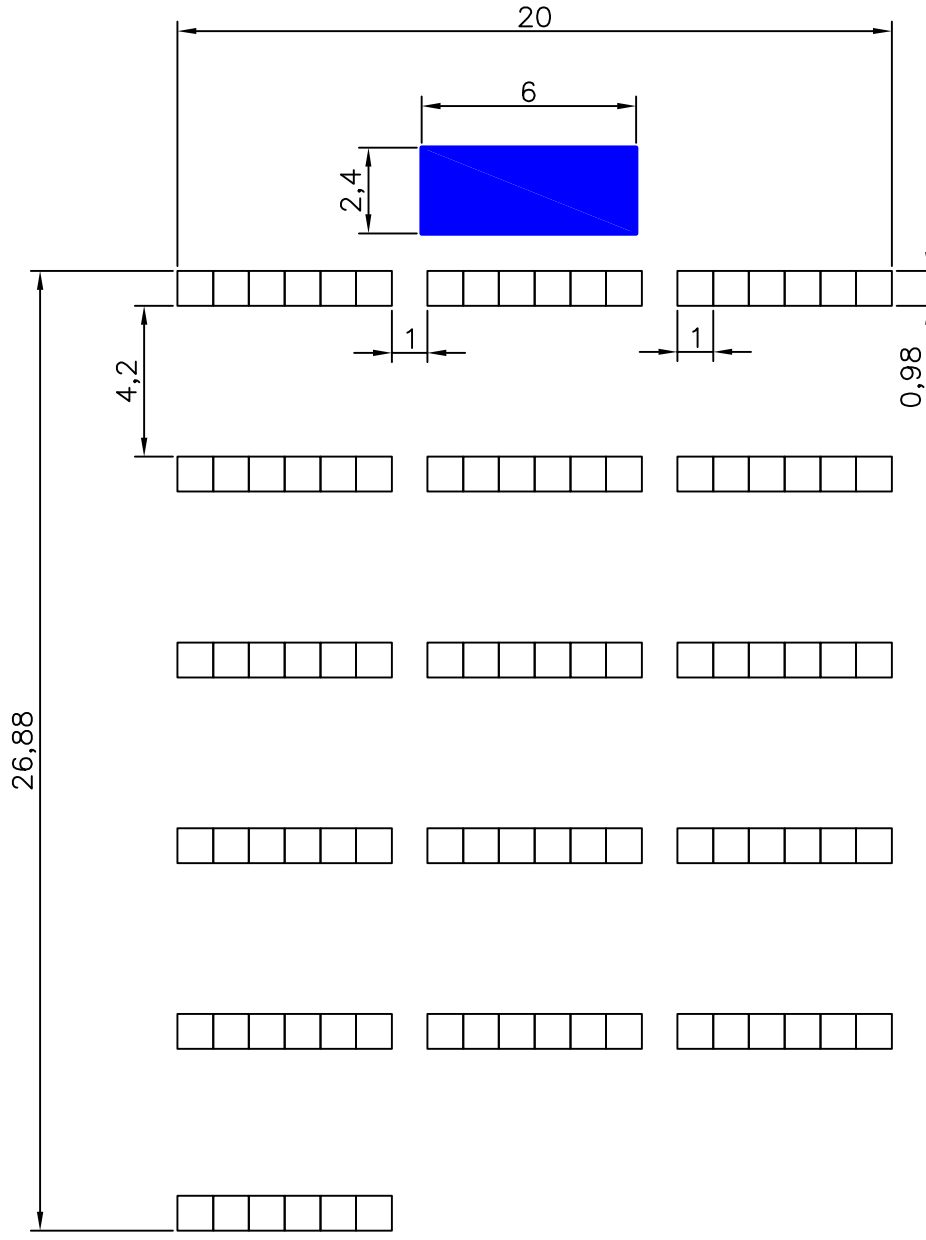
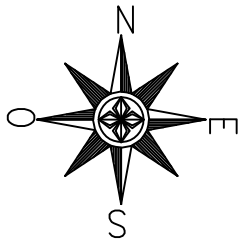
	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala 1:4000	Plànol de situació			Plànol: 1 Nombre de plànols: 8




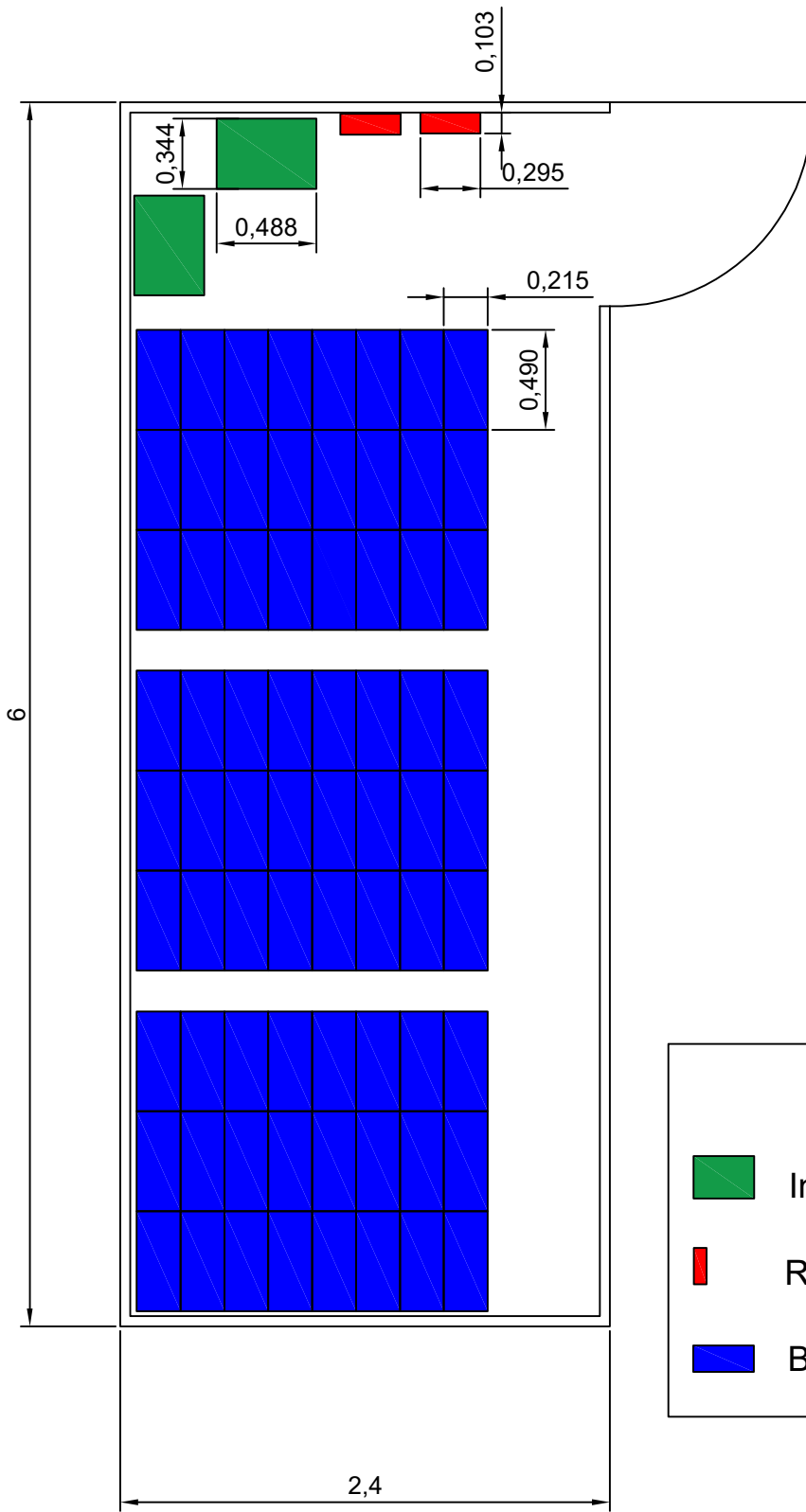
	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala 1:2500	Plànol d'emplaçament			Plànol: 2 Nombre de plànols: 8



	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala	Plànol Planta General			
1:2500				Plànol: 3
				Nombre de plànols: 8



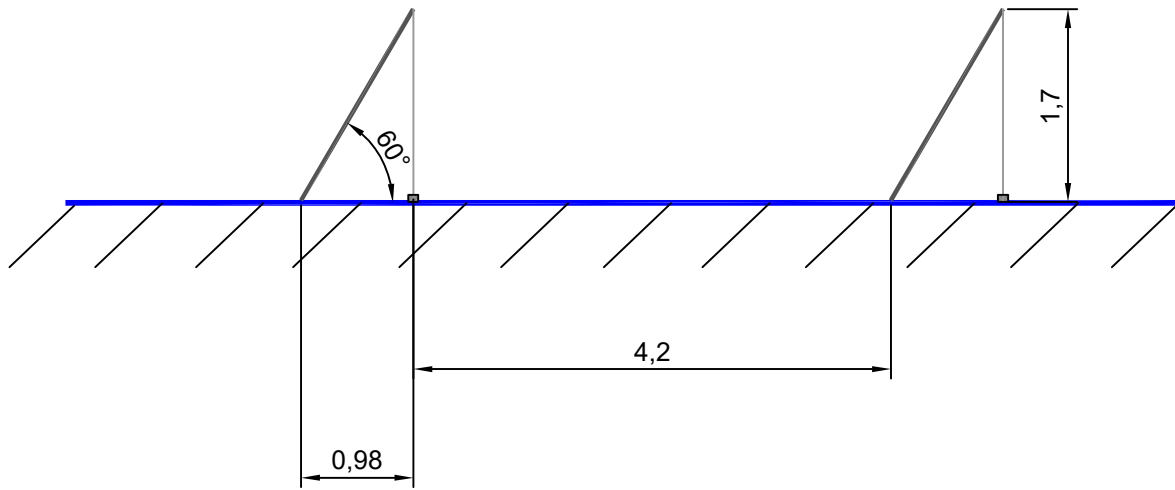
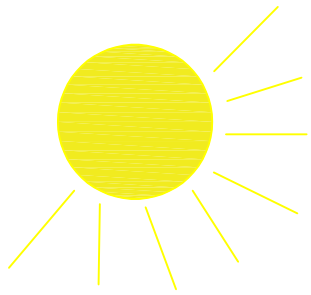
	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala	Plànol Planta General Instal·lació Fotovoltaica			
1:100				Plànol: 4
				Nombre de plànols: 8




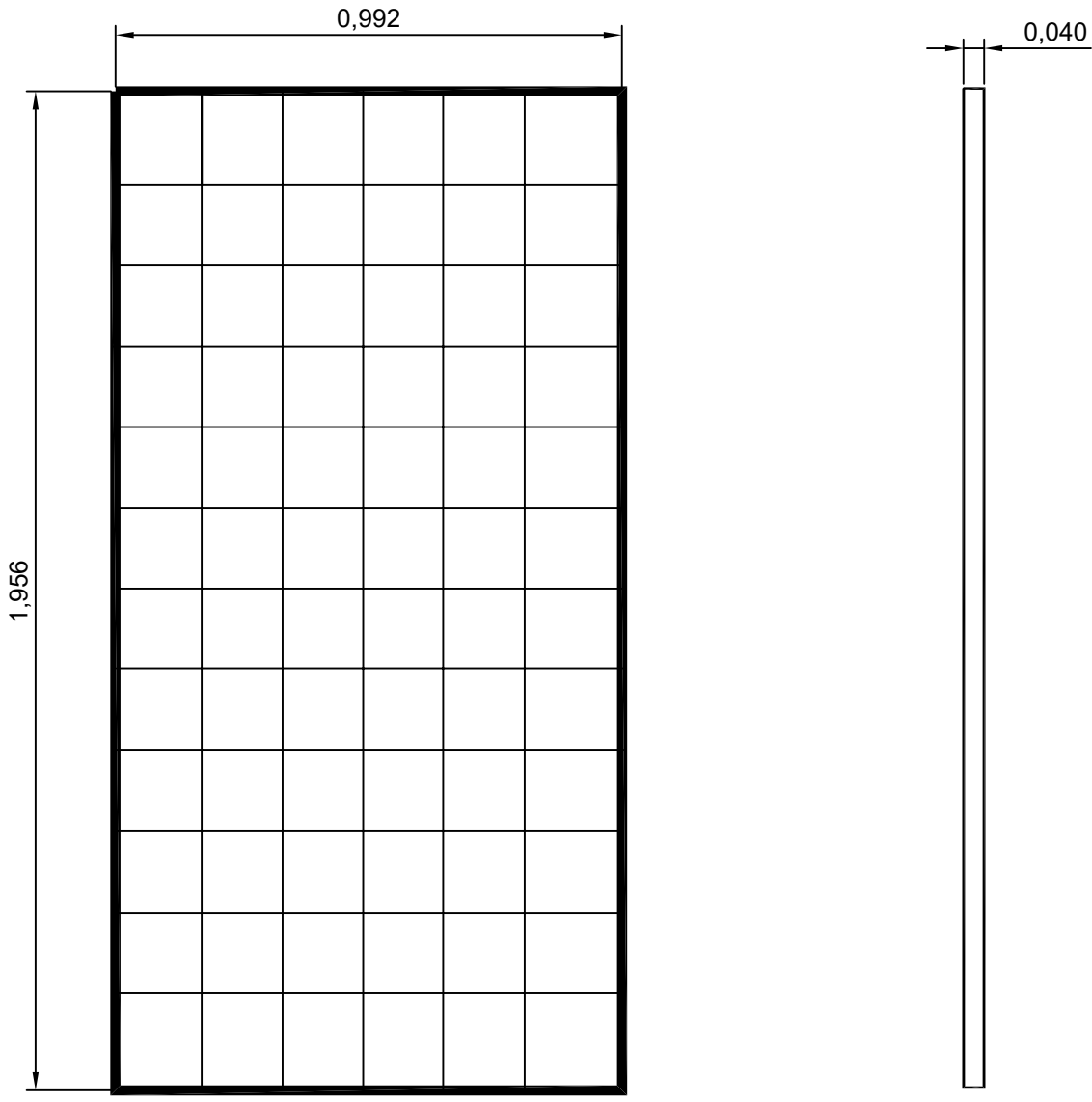
LLEGENDA

- Inversors
- Reguladors
- Bateries

	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Escala 1:30	Plànol Caseta Prefabricada			Plànol: 5 Nombre de plànols: 8

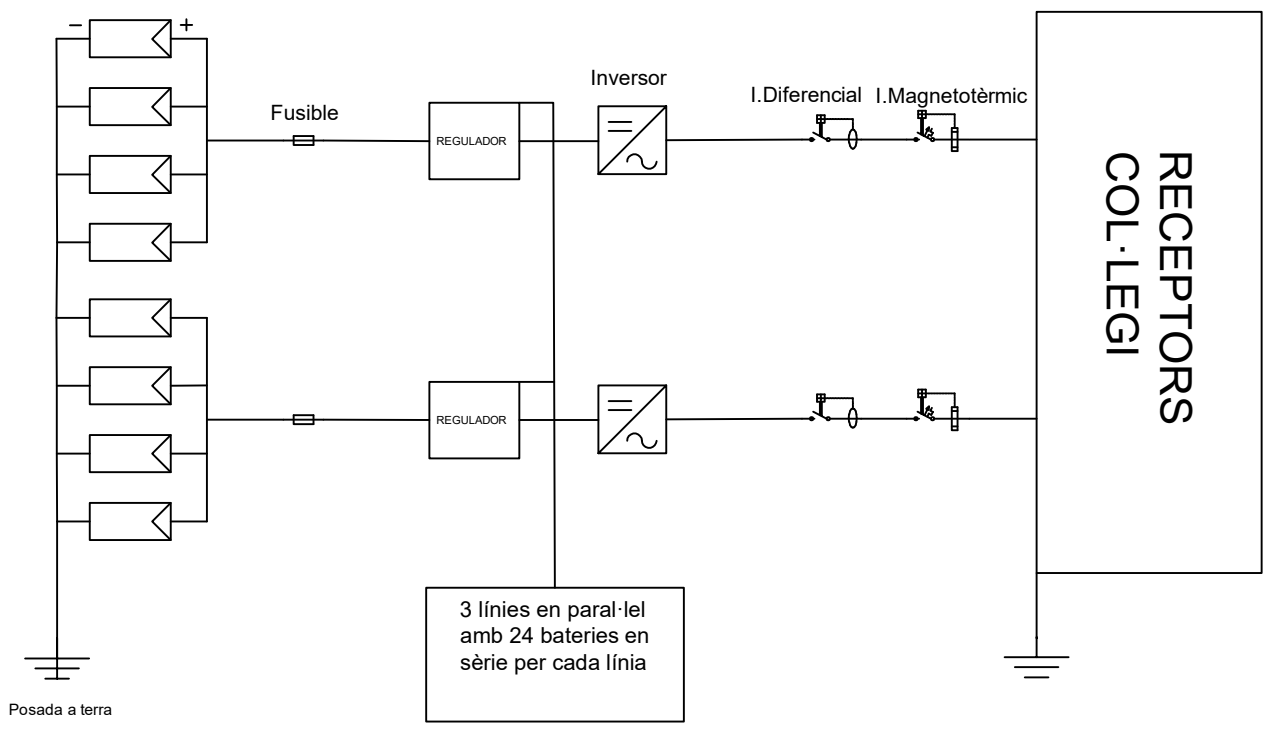


	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala	Plànol Distàncies Mòduls Fotovoltaics			
1:15				Plànol: 6
				Nombre de plànols: 8




	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala 1:70	Plànol Alçat i Perfil Mòduls fotovoltaics			Plànol: 7 Nombre de plànols: 8

2 línies en paral·lel de 6 mòduls fotovoltaics en sèrie



3 línies en paral·lel amb 24 bateries en sèrie per cada línia

	Data	Nom	Firma	Universitat Politècnica de València  Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny
Dibuixat per:	2/07/20	Josep Hervàs		
Revisat per:	2/07/20	Nicolás Laguarda		
Escala	Plànol Esquema Unifilar			Plànol: 8 Nombre de plànols: 8

ANNEXES: FITXES TÈCNIQUES

Eagle 72P

320-340 Watt

POLY CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory.
IEC61215, IEC61730 certified products.



(5BB)



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell:

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Power Output:

Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.



PID RESISTANT:

Eagle modules pass PID test, limited power degradation by PID test is guaranteed for mass production.



Low-light Performance:

Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.



Severe Weather Resilience:

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



Durability against extreme environmental conditions:

High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

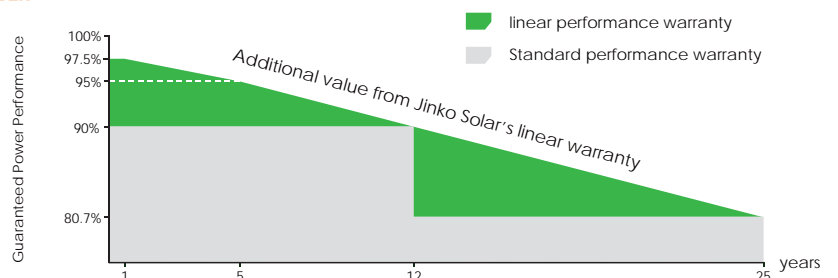


Temperature Coefficient:

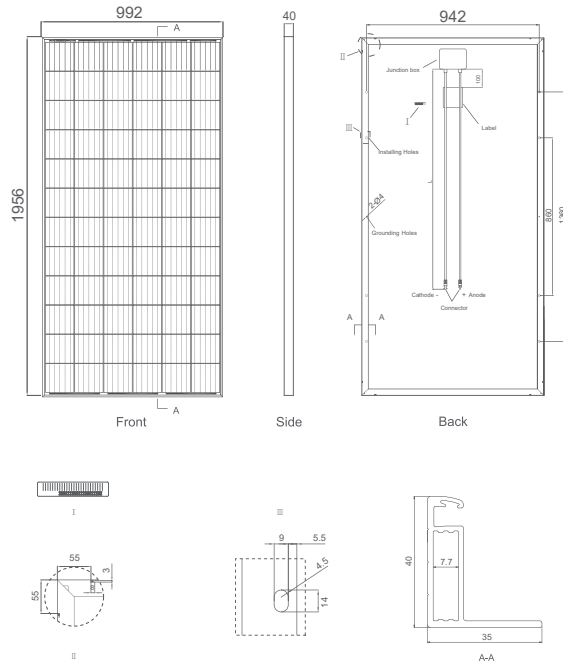
Improved temperature coefficient decreases power loss during high temperatures.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



Engineering Drawings

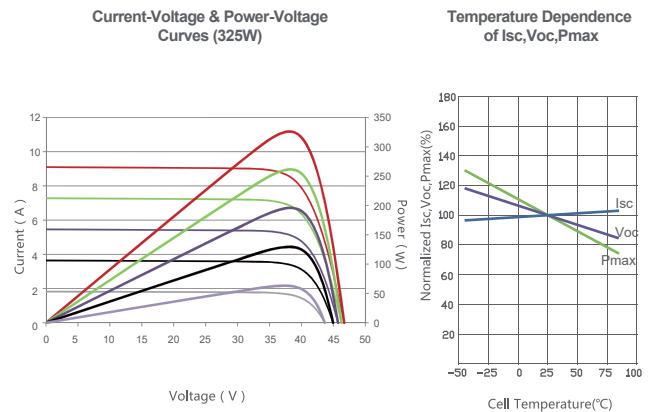


Packaging Configuration

(Two pallets=One stack)

26pcs/pallet, 52pcs/stack, 624 pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Poly-crystalline 156×156mm (6 inch)
No. of cells	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×40mm (77.01×39.05×1.57 inch)
Weight	26.5 kg (58.4 lbs.)
Front Glass	4.0mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm ² , Length: 1200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM320PP-72		JKM325PP-72		JKM330PP-72		JKM335PP-72		JKM340PP-72	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	320Wp	237Wp	325Wp	241Wp	330Wp	245Wp	335Wp	249Wp	340Wp	253Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	37.4V	34.7V	37.6V	35.0V	37.8V	35.3V	38.0V	35.6V	38.2V	35.9V
Maximum Power Current (Imp)	8.56A	6.83A	8.66A	6.89A	8.74A	6.94A	8.82A	6.99A	8.91A	7.05A
Open-circuit Voltage (Voc)	46.4V	43.0V	46.7V	43.3V	46.9V	43.6V	47.2V	43.8V	47.5V	44.0V
Short-circuit Current (Isc)	9.05A	7.35A	9.10A	7.40A	9.14A	7.45A	9.18A	7.52A	9.22A	7.98A
Module Efficiency STC (%)	16.49%		16.75%		17.01%		17.26%		17.52%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.40%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.31%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.06%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

Acumuladores estacionarios OPzS Exide Classic Solar OPzS

Almacenamiento de energía para aplicaciones energéticas excepcionales

La gama Classic OPzS Solar ha sido utilizada durante décadas en requerimientos de energía medios y grandes.

Este acumulador de energía es una batería de plomo-ácido de bajo mantenimiento con electrolito líquido.

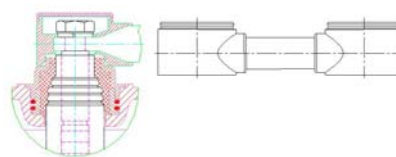
Debido a su robustez, larga vida de diseño y alta fiabilidad, estas baterías son ideales para el uso en estaciones solares y eólicas, telecomunicaciones, compañías de distribución de energía, ferrocarriles y muchos otros suministros de energía de equipos de seguridad.



Características generales

- Placas tubulares.
- Capacidad nominal de hasta 4.600 Ah.
- Elementos de 2 Vcc.
- Densidad nominal (d_n) de 1,24 kg/l.
- Vida útil de 2.000 ciclos (según IEC 896-1).
- Bajo mantenimiento.
- Reciclables.

TERMINAL Y CONEXIÓN



Tornillo: M8

Conexión: flexible de 50 a 95 mm²

Par de apriete: 20 Nm

DATOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Estandar DIN	Tensión nominal	Capacidad C ₁₀ (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C ₂₄ (Descarga hasta 1,80 V)	Capacidad C ₁₀₀ (Descarga hasta 1,85 V)	Medidas ancho x fondo x alto	Ancho instalada	Peso con ácido	Número de terminales
Solar 190	2 OPzS 100	2 Vcc	128 Ah	145 Ah	185 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	13,7 kg	1 + 1
Solar 245	3 OPzS 150	2 Vcc	169 Ah	190 Ah	240 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	15,2 kg	1 + 1
Solar 305	4 OPzS 200	2 Vcc	216 Ah	240 Ah	300 Ah	105 x 208 x 405 mm	115 mm	16,6 kg	1 + 1
Solar 380	5 OPzS 250	2 Vcc	267 Ah	300 Ah	370 Ah	126 x 208 x 405 mm	136 mm	20,0 kg	1 + 1
Solar 450	6 OPzS 300	2 Vcc	319 Ah	355 Ah	440 Ah	147 x 208 x 405 mm	157 mm	23,3 kg	1 + 1
Solar 550	5 OPzS 350	2 Vcc	391 Ah	430 Ah	540 Ah	126 x 208 x 520 mm	136 mm	26,7 kg	1 + 1
Solar 660	6 OPzS 420	2 Vcc	468 Ah	515 Ah	645 Ah	147 x 208 x 520 mm	157 mm	31,0 kg	1 + 1
Solar 765	7 OPzS 490	2 Vcc	545 Ah	600 Ah	750 Ah	168 x 208 x 520 mm	178 mm	35,4 kg	1 + 1
Solar 985	6 OPzS 600	2 Vcc	700 Ah	770 Ah	970 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	43,9 kg	1 + 1
Solar 1.080	7 OPzS 700	2 Vcc	772 Ah	845 Ah	1.055 Ah	147 x 208 x 695 mm	157 mm	47,2 kg	1 + 1
Solar 1.320	8 OPzS 800	2 Vcc	937 Ah	1.030 Ah	1.295 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	59,9 kg	2 + 2
Solar 1.410	9 OPzS 900	2 Vcc	1.009 Ah	1.105 Ah	1.380 Ah	215 x 193 x 695 mm	225 mm	63,4 kg	2 + 2
Solar 1.650	10 OPzS 1.000	2 Vcc	1.174 Ah	1.290 Ah	1.620 Ah	215 x 235 x 695 mm	225 mm	73,2 kg	2 + 2
Solar 1.990	12 OPzS 1.200	2 Vcc	1.411 Ah	1.550 Ah	1.950 Ah	215 x 277 x 695 mm	225 mm	86,4 kg	2 + 2
Solar 2.350	12 OPzS 1.500	2 Vcc	1.751 Ah	1.910 Ah	2.300 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	108,0 kg	2 + 2
Solar 2.500	14 OPzS 1.750	2 Vcc	1.854 Ah	2.015 Ah	2.445 Ah	215 x 277 x 845 mm	225 mm	114,0 kg	2 + 2
Solar 3.100	15 OPzS 1.875	2 Vcc	2.317 Ah	2.520 Ah	3.040 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	151,0 kg	3 + 3
Solar 3.350	16 OPzS 2.000	2 Vcc	2.523 Ah	2.740 Ah	3.280 Ah	215 x 400 x 815 mm	225 mm	158,0 kg	3 + 3
Solar 3.850	18 OPzS 2.250	2 Vcc	2.884 Ah	3.135 Ah	3.765 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	184,0 kg	4 + 4
Solar 4.100	20 OPzS 2.500	2 Vcc	3.090 Ah	3.355 Ah	4.000 Ah	215 x 490 x 815 mm	225 mm	191,0 kg	4 + 4
Solar 4.600	24 OPzS 3.000	2 Vcc	3.450 Ah	3.765 Ah	4.500 Ah	215 x 580 x 815 mm	225 mm	217,0 kg	4 + 4

Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/45 hasta MPPT 150/100



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-Tr
Con pantalla conectable opcional.**



**Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-MC4
Sin pantalla**

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretemperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	150/45	150/60	150/70	150/85	150/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 ó 48 V (Se precisa una herramienta de <i>software</i> para ajustar el sistema en 36 V)				
Corriente de carga nominal	45A	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 36V 1a,b)	1950W	2580W	3000W	3600W	4350W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	50A (máx. 30A por conector MC4)			70A (máx. 30A por conector MC4)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	150 V máximo absoluto en las condiciones más frías 145 V en arranque y funcionando al máximo				
Eficacia máxima	98%				
Autoconsumo	Menos de 35 mA a 12 V / 20 mA a 48 V				
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)				
Tensión de carga de "ecualización"	Valores predeterminados: 16,2V / 32,4V / 48,6V / 64,8V (regulable)				
Algoritmo de carga	variable multietapas (ocho algoritmos preprogramados) o algoritmo definido por el usuario				
Compensación de temperatura	-16 mV / -32 mV / -64 mV / °C				
Protección	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobrettemperatura				
Temperatura de trabajo	De -30 a +60 °C (potencia nominal completa hasta los 40 °C)				
Humedad	95%, sin condensación				
Altura máxima de trabajo	5.000 m (fpotencia nominal completa hasta los 2.000 m)				
Condiciones ambientales	Para interiores, no acondicionados				
Grado de contaminación	PD3				
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth				
Interruptor on/off remoto	Sí (conector bifásico)				
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A		Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC		
Funcionamiento en paralelo	Sí (no sincronizado)				
CARCASA					
Color	Azul (RAL 5012)				
Terminales FV 3)	35 mm ² / AWG2 (modelos Tr) Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4)		35 mm ² / AWG2 (modelos Tr) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4)		
Bornes de la batería	35mm ² / AWG2				
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)				
Peso	3 kg		4,5kg		
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 Modelos MC4: 246 x 295 x 103		
NORMAS					
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2				

1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la entrada de potencia.

1b) La tensión FV debe exceder Vbat + 5V para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1V.

2) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.

3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios pares de separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares

Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA

compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



Quattro
48/5000/70-100/100



Quattro
48/15000/200-100/100

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la funcionalidad “no-break” (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

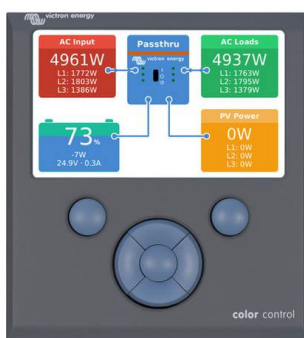
Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

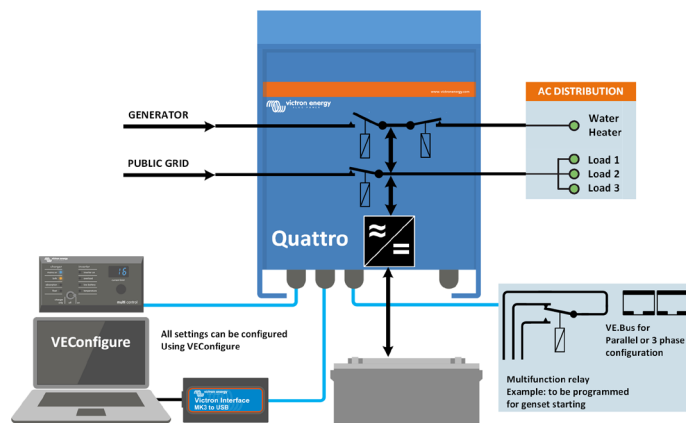
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



Color Control GX con una aplicación FV



Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí				
Conmutador de transferencia integrado	Sí				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x 50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65° C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96	96
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	60 / 60	60	110
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	40 / 40	40	75
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	15 / 15	15	20
CARGADOR					
Tensión de carga de 'absorción' (VCC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (VCC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2	55,2
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8	52,8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	Sí				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé programable (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general	2x	2x	2x	2x	2x
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión a la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)				
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm. ² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45 / 41	51	72
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280	572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1				
Emisiones, Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3				
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4				
Antiisla	Visite nuestra página web				
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita					
2) Claves de protección:	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1				
a) cortocircuito de salida	4) A 25 ° C de temperatura ambiente				
b) sobrecarga	5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible				
c) tensión de la batería demasiado alta	6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como				
d) tensión de la batería demasiado baja	función de alarma general, subtensión CC o arranque del generador				
e) temperatura demasiado alta	Capacidad nominal CA 230 V/4 A				
f) 230 VCA en la salida del inversor	Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC				
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta					

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Color Control GX y otros dispositivos

Monitorear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure™](#))

Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marina NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.



Mochila VE.Bus Smart
Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.



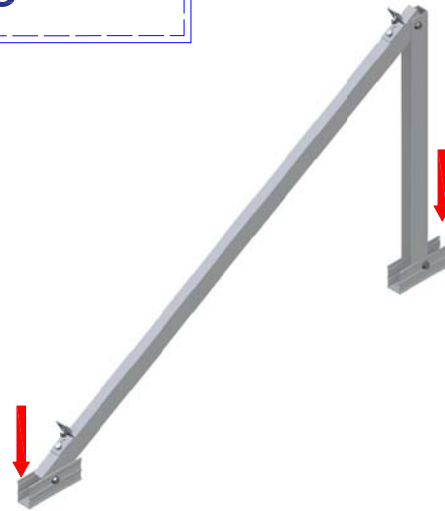


PLAZO DE ENTREGA INMEDIATO

CVA915XL Premontado



Triángulo plegado premontado



Triángulo abierto premontado.
Fijación al suelo a 90°.



Perfiles completamente mecanizados, embalados y listos para su montaje.

FICHA TÉCNICA

Cargas y Características técnicas:

Peso propio paneles	121 N/m ²
Sobrecarga de uso	No está prevista ni para mantenimiento
Viento	España 29 m/s Eurocódigo 1 Portugal 27 m/s Eurocódigo 1
Periodo retorno	10 años
Altura máxima	España 5 m. / Portugal 8 m.
Categoría del terreno	III. Áreas con recubrimiento regular de vegetación o edificios u obstáculos aislados con separación máxima de 20 veces la altura del obstáculo (por ejemplo, pueblos, terreno suburbano, bosques)
Carga de nieve	Válido para España y Portugal para zona III. 200 N/m ²

MATERIALES

Perfilería de aluminio	EN AW 6005A T6.
Tornillería	Tornillería acero inoxidable A2-70

Cláusulas:

- (1) El montador de una instalación fotovoltaica debe garantizar antes del montaje que la cubierta soporta las cargas transmitidas, para su correcta instalación.
- (2) Se deberán respetar todas las recomendaciones indicadas en los planos de montaje.
- (3) Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.
- (4) Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- (5) Se deberá seguir el plan de mantenimiento que proporciona Sunfer.
- (6) Documentos relacionados:
 - Plano de montaje.
 - Manual de montaje.
 - Reacciones y anclajes.
 - Certificado de garantía.
- (7) Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.



Presor central

CARACTERÍSTICAS DEL PRESOR :

- Válido para módulos de 33 hasta 50 mm. de espesor.
- Fácil montaje.



Presor lateral

Válido para :

- Cubierta plana de hormigón.
- Subestructura.
- Suelo.

Disponibilidad de tuercas antirrobo. Opción de aluminio acabado en crudo y anodizado.

Material 100% reciclable.

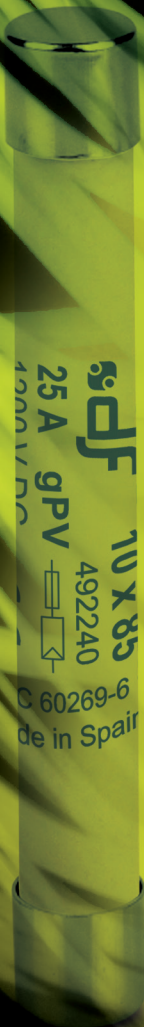
Cómoda instalación.

Garantía: Hasta 25 años*

*Ver condiciones especiales de garantía.



SUNFER ENERGY STRUCTURES



UL Ratings
RATED: 1500V DC 30A
Withstand rating 30kA DC
Torque rating: 2,5Nm (22 lb.in)
Wire range: 18...4 AWG
Use 60/75/90°C Cu Wire only
Use Photovoltaic Fuses

LISTED
PHOTOVOLTAC FUSEHOLDER
E359501
DO NOT OPERATE
UNDER LOAD

IEC/EN 60269
1500V DC 1000V AC 32A
Max. 6W
Wire range: 0,75...16mm²

Made in Spain
DF S.A., Siliçí 67, 08840 Cornellà
Barcelona - SPAIN

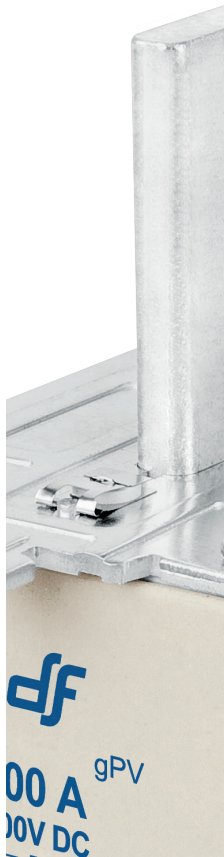
FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS



04

gPV
CIL
fusibles



06

gPV
NH
1000V DC
fusibles



08

gPV
NH XL
1500V DC
fusibles



10

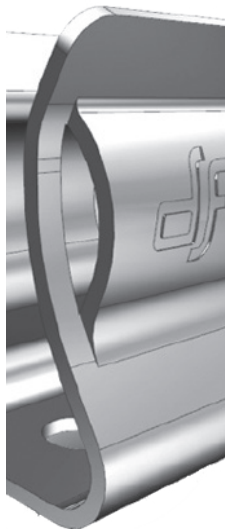
gG/GL
NH
800V AC
fusibles



11

PMX
CIL
portafusibles





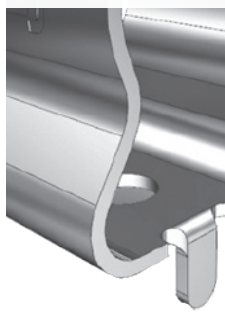
12

PML
CIL
portafusibles



13

**CONTACTO
PINZA**
CIL
fusibles Ø10



14

**ST
NH**
1000V DC
bases



15

**ST
NH XL**
1500V DC
bases



16

**ST
NH**
800V AC
bases



CIL | **gPV**
CILINDRICOS
fusibles

Los fusibles cilíndricos 10x38 y 14x51 gPV DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.000/1.100V DC.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19).

Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMX.



10x38

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NORMAS

NEUTRO

I_n (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
1	491601	10/100
2	491602	10/100
3	491604	10/100
4	491605	10/100
5	491606	10/100
6	491610	10/100
8	491615	10/100
10	491620	10/100
12	491625	10/100
15	491629	10/100
16	491630	10/100
20	491635	10/100
	431000	10/100



491635



14x51

U **1100V DC**

PODER DE CORTE **10kA**

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NEUTRO

15	491647	10/50
20	491648	10/50
25	491650	10/50
32	491655	10/50
	432000	10/50



491655

NORMAS

IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 248-19

DIMENSIONES

PAG 18
PAG 19

CARACTERISTICAS t-I

PAG 18
PAG 19

**COEFICIENTE REDUCCION
TEMPERATURA AMBIENTE**

PAG 43

**COMPATIBLE
PORTAFUSIBLES PMX**

PAG 11

**COMPATIBLE
CONTACTO PINZA FUSIBLES Ø10**

PAG 13

CIL | gPV CILINDRICOS fusibles

Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para estos fusibles recomendamos la utilización de bases portafusibles PML.



10x85

U **1500V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NORMAS

U **1200V DC**

PODER DE CORTE **10kA**

NEUTRO

I_n (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
2	492202	10/50/1000
4	492205	10/50/1000
6	492210	10/50/1000
8	492215	10/50/1000
10	492220	10/50/1000
12	492225	10/50/1000
15	492229	10/50/1000
16	492230	10/50/1000
20	492235	10/50/1000
25	492240	10/50/1000
	431010	10/50/1000



492240

10/14x85

U **1500V DC**

PODER DE CORTE **10kA**

20	492250	10/480
25	492255	10/480
30	492260	10/480
32	492262	10/480



492262

NORMAS

IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 248-19

DIMENSIONES

PAG 20
PAG 21

CARACTERISTICAS t-I

PAG 20
PAG 21

COEFICIENTE REDUCCION TEMPERATURA AMBIENTE

PAG 43

COMPATIBLE PORTAFUSIBLES PML

PAG 12

COMPATIBLE CONTACTO PINZA FUSIBLES Ø10

PAG 13

NH gPV NH 1000V DC fusibles

Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección, en arrays, sub-arrays o en la entrada DC de los inversores de las instalaciones fotovoltaicas.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19), con una corriente mínima de fusión de 1,35·In. Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre o latón plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de la bases NH modelo ST de 1000VDC.



NH1

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NORMAS

In (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
25	373210	1/30
32	373215	1/30
40	373225	1/30
50	373230	1/30
63	373235	1/30
80	373240	1/30
100	373245	1/30
125	373250	1/30
160	373255	1/30
200	373260	1/30



373250

NH2

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

200	373350	1/15
250	373360	1/15



373350

NH3

U **1000V DC**

PODER DE CORTE **30kA**

NORMAS

200	373425	1/15
250	373435	1/15
315	373445	1/15
355	373450	1/15
400	373455	1/15



373435

NORMAS

IEC 60269-1
IEC 60269-6
UL 248-19

DIMENSIONES

PAG 22

CARACTERISTICAS t-I

PAG 23

COEFICIENTE REDUCCION TEMPERATURA AMBIENTE

PAG 43

COMPATIBLE BASES NH ST 1000V DC

PAG 14



Principal

Distancia	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 IID K
Tipo de producto o componente	Disyuntor de corriente residual (RCCB)
Modelo de dispositivo	IID K
Número de polos	2P
Posición de polo de neutro	Izquierda
Corriente nominal	40 A
Tipo de red	CA
Sensibilidad a la fuga a tierra	30 mA
Retraso tiempo protec. pérdida a tierra	Instantáneo
Prot. c. fuga a tier.(tabular)	Tipo AC
Etiquetas de calidad	VDE

Complementario

Ubicación dispositivo sistema	Salida
Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Tensión asignada de empleo	220...240 V CA 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente tensión
Capacidad de cierre y corte nominal	Idm 500 A Im 500 A
Rated conditional short-circuit current	GL63: Inc 4,5 kA K60: Inc 6 kA C60: Inc 6 kA
Tensión asignada de aislamiento	440 V CA 50/60 Hz
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV
Corriente de sobretensión	250 A
Indicación de contacto positivo	No
Tipo de control	Palanca de conmutación

Modo de montaje	Clip-on
Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	4
Alto	85 mm
Ancho	36 mm
Profundidad	69 mm
Peso del producto	0,21 kg
Color	Blanco
Endurancia mecánica	5000 ciclos
Endurancia eléctrica	AC-1: 2000 ciclos
Descripción opciones bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel arriba o abajo 1...35 mm ² rígido Terminales de tipo túnel arriba o abajo 1...25 mm ² flexible Terminales de tipo túnel arriba o abajo 1...25 mm ² flexible con férula
Longitud de pelado de cable	16 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN / IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 conforme a IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforme a IEC 60529
Grado de contaminación	2
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a choque 8/20 µs, 200 A conforme a EN / IEC 61008-1
Temperatura ambiente	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto verde premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Hoja de características del producto

A9F79240

iC60N - 2P - 40 A - Curva C

Características



Principal

Aplicación del dispositivo	Distribución
Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iC60
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
[In] Corriente nominal	40 A
Tipo de red	CC CA
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	6000 A Icn en 400 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 36 kA Icu en 12...60 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en <= 125 V CC acorde a EN/IEC 60947-2 10 kA Icu en 380...415 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 20 kA Icu en 220...240 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 6 kA Icu en 440 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2 36 kA Icu en 100...133 V CA 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60947-2
Categoría de empleo	Categoría A acorde a EN 60947-2 Categoría A acorde a IEC 60947-2
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60898-1 Sí acorde a EN 60947-2 Sí acorde a IEC 60898-1 Sí acorde a IEC 60947-2
Normas	IEC 60947-2 EN 60898-1 EN 60947-2 IEC 60898-1

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%

[Ics] poder de corte en servicio	15 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 220...240 V CA 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 380...415 V CA 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 440 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a IEC 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a EN 60947-2 - 12...133 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % acorde a EN 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 6000 A 100 % acorde a IEC 60898-1 - 400 V CA 50/60 Hz 10 kA 100 % acorde a IEC 60947-2 - 72...125 V CC 10 kA 100 % acorde a EN 60947-2 - 72...125 V CC
Clase de limitación	3 acorde a EN 60898-1 3 acorde a IEC 60898-1
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V CA 50/60 Hz acorde a EN 60947-2 500 V CA 50/60 Hz acorde a IEC 60947-2
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a EN 60947-2 6 kV acorde a IEC 60947-2
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Sí
Pasos de 9 mm	4
Altura	85 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,25 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...35 mm ² rígido Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm ² Flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529 IP20 acorde a EN 60529
Grado de contaminación	3 acorde a EN 60947-2 3 acorde a IEC 60947-2
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme

Declaración RoHS UE

Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------



CPR
CONSTRUCTION
PRODUCT
REGULATION
E_{ca}

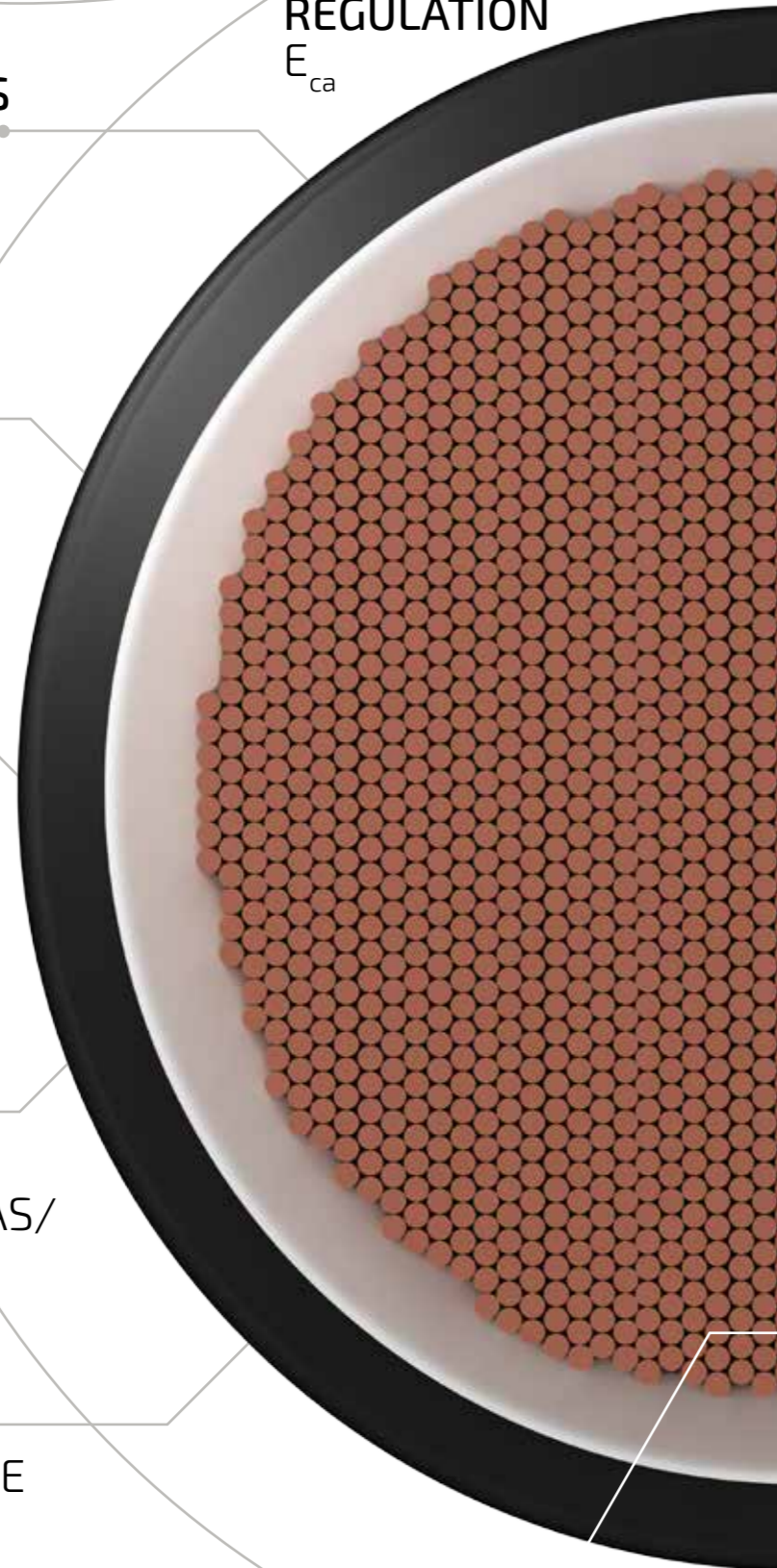
CABLES INDUSTRIALES
IEC 60502-1
UNE 21123-2
0,6 /1kV

XLPE
90 °C

FLEXIBLE
CLASE 5
IEC 60228

CERTIFICADOS
AENOR/BUREAU VERITAS/
SEC/CB/CE MARK

DISPONIBLE
EN STOCK



TOP CABLE

Una de las marcas líderes
en la fabricación de cables eléctricos



Top Cable S.A.
C/ Leonardo da Vinci, 1
08191 Rubí (Barcelona)
Tel 93 588 09 11
93 588 28 00

Top Cable Levante
C/ Camino de las eras 500
46470 Catarroja (Valencia)
Tel 96 126 15 15

Top Cable Centro
C/ Cigüeñas, 8
Pol Ind. El Cascajal
28320 Pinto (Madrid)
Tel 91 895 52 00

Top Cable Chile
Av. José Manuel Guzmán Riesco 1332
Centro Empresarial ENEA
Pudahuel · Santiago de Chile
Tel 56 229478000
56 229478080

ventas@topcable.com
www.topcable.com/es/cables-baja-tension/potencia/RV-K/



POWERFLEX RV-K

Cables **flexibles** de potencia
para **instalaciones industriales**



Powerflex RV-K

Cables flexibles de potencia para instalaciones industriales

Desarrollado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) hace que los cables Powerflex RV-K estén diseñados para cumplir con los requisitos industriales más exigentes: flexibilidad, máximo rendimiento eléctrico en ambientes secos y húmedos, máxima resistencia a temperaturas máximas y mínimas, y a los ataques químicos. Estas características garantizan una mayor vida útil de la instalación eléctrica.



NORMAS Y CERTIFICACIONES

El cable Powerflex RV-K es un cable de 0,6/1 kV conforme a la norma internacional IEC 60502-1 / UNE 21123-2. El cable está certificado por Aenor, Bureau Veritas, SEC y CB.



MÁXIMA TEMPERATURA DE SERVICIO: 90°C

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una temperatura máxima del conductor de 90°C (comparado con 70°C en los cables tipo aislados con PVC).



MÍNIMA TEMPERATURA DE SERVICIO: -40°C

Powerflex RV-K está diseñado para funcionar de forma fiable incluso a -40°C en instalaciones fijas. (En comparación con -15°C en los cables más comúnmente utilizados.)



FLEXIBILIDAD

El uso de conductores de cobre flexible clase 5 y compuestos flexibles confieren al cable Powerflex RV-K una flexibilidad extrema. Además, los conductores flexibles de cobre no se resquebrajan frente a la vibración.



RENDIMIENTO ELÉCTRICO

Gracias al diseño de sus materiales, el cable Powerflex RV-K puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales, como: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua.



CAPACIDAD DE SOBRECARGA

Los cables Powerflex RV-K soportan temperaturas de cortocircuito hasta 250°C, mucho más altas que los cables aislados con PVC (que soportan sólo 160 °C), para una misma sección de cable.



PRESTACIONES FRENTE AL FUEGO

El cable Powerflex es no propagador de la llama, cumpliendo con los requisitos de las pruebas de combustión de la norma IEC 60332-1 y UNE-EN 60332-1.



RESISTENCIA QUÍMICA

La cubierta exterior de PVC especial proporciona una excelente protección contra sustancias ácidas y bases alcalinas.



RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

La cubierta exterior de PVC especial, protegida contra rayos UV, también proporciona una excelente resistencia a la intemperie y permite su instalación al aire libre, sin que perjudique la vida útil del cable.



INMERSIÓN EN AGUA

El cable Powerflex RV-K soporta entornos húmedos incluyendo la total inmersión en agua (AD7), soportando también agua caliente. Por otro lado, los conductores de cobre soportan la humedad mucho mejor que cualquier otro conductor.



MARCADO METRO A METRO

El marcado metro a metro (desde el fin del metraje al inicio) facilita su manejo en las instalaciones y una mejor gestión de las existencias.



RENTABLE

El cable Powerflex RV-K no sólo supera las características de rendimiento requeridas en los mercados industriales de hoy en día, sino que lo hace de una manera rentable, ya que su instalación requiere menos tiempo y mano de obra. Además, tiene una capacidad de corriente mayor que los cables estándar de 70°C.



DESIGNACIÓN	POWERFLEX RV-K
VOLTAJE	0,6/1kV
CONDUCTOR	Clase 5 (flexible)
AISLAMIENTO	XLPE
CUBIERTA	PVC (flexible)
COLOR DE LA CUBIERTA	Negro
MAX TEMPERATURA SERVICIO	90°C
MIN TEMPERATURA SERVICIO	-40°C estático con protección
TEMPERATURA CORTOCIRCUITO	250°C (5s)
PRESTACIONES FRENTE AL FUEGO	No propagador de la llama
ESTÁNDAR	IEC 60502-1



POWERFLEX RV-K

Cable flexible de potencia para uso industrial.

IEC 60502-1 - UNE 21123-2

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
3 x + 1 x	Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida)
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde

Cubierta

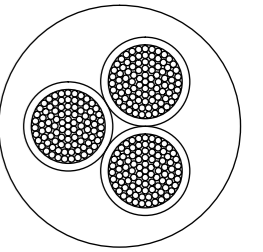
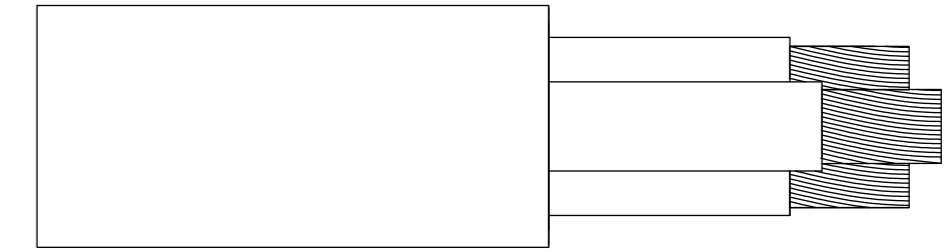
PVC flexible de color negro.

APLICACIONES

El cable Powerflex RV-K es un cable flexible de potencia diseñado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes: conexiones industriales de baja tensión, redes urbanas, instalaciones en edificios, etc. Su flexibilidad lo hace particularmente adecuado en trazados difíciles. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua (AD7), sin que perjudique la vida útil del cable.



E_{ca}



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 0,6/1kV



Norma de referencia

IEC 60502-1 - UNE 21123-2



ITC y certificaciones

ITC: 9/20/30/31

Certificados:

CE
SEC
BUREAU VERITAS
AENOR
RoHS
KEMA-KEUR



E_{ca}



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)
Temp. mínima de servicio: -40°C (estático con protección).



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Reducida emisión de halógenos. Cloro < 15%.
Reacción al fuego CPR, E_{ca} según la norma EN 50575



Características mecánicas

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior
Resistencia a los impactos: AG2 Medio



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: Buena
Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD7 Inmersión



Otros

Marcaje: metro a metro



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.



Aplicaciones

Uso industrial
Alumbrado exterior.



Embalaje

Disponibles en rollos de 100m -con film retractilado- y bobinas.

DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 1,5	5,7	45	23	22	29,5
1 x 2,5	6,2	55	29	29	17,7
1 x 4	6,7	70	40	37	11
1 x 6	7,3	90	53	46	7,32
1 x 10	8,2	135	74	61	4,23
1 x 16	9,2	190	101	79	2,68
1 x 25	11	285	135	101	1,73
1 x 35	12,1	385	169	122	1,23
1 x 50	13,8	520	207	144	0,86
1 x 70	15,7	715	268	178	0,603
1 x 95	17,6	925	328	211	0,457
1 x 120	19,2	1.165	383	240	0,357
1 x 150	21,5	1.450	444	271	0,286
1 x 185	23,9	1.750	510	304	0,235
1 x 240	26,9	2.280	607	351	0,178
1 x 300	29,6	2.830	703	396	0,142
1 x 400	33,8	3.735	823	464	0,108
1 x 500	37,4	4.780	946	525	0,085
1 x 630	42,7	6.280	1.088	596	0,064
2 x 1,5	8,2	90	26	26	34
2 x 2,5	9,2	120	36	34	20,4
2 x 4	10,3	165	49	44	12,7
2 x 6	11,3	215	63	56	8,45
2 x 10	13,2	320	86	73	4,89
2 x 16	14,9	450	115	95	3,1
2 x 25	20,8	810	149	121	1,99
2 x 35	22	1.000	185	146	1,42
2 x 50	25,7	1.375	225	173	0,99
2 x 70	29,5	1.880	289	213	0,694
3 G 1,5	8,9	110	26	26	34
3 G 2,5	9,8	145	36	34	20,4
3 G 4	11	200	49	44	12,7
3 G 6	12,1	265	63	56	8,45
3 G 10	14,3	405	86	73	4,89
3 x 16	16,4	595	100	79	2,68
3 x 25	20,7	955	127	101	1,73
3 x 35	23,1	1.275	158	122	1,23
3 x 50	26,8	1.750	192	144	0,86
3 x 70	29,6	2.370	246	178	0,603
3 x 95	35	3.140	298	211	0,457
3 x 120	39,8	4.115	346	240	0,357
3 x 150	44,7	5.130	399	271	0,286

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
3 x 185	49,9	6.285	456	304	0,235
3x16+1x10	17,6	700	100	79	2,68
3x25+1x16	22,7	1.140	127	101	1,73
3x35+1x16	25	1.480	158	122	1,23
3x50+1x25	29,1	2.050	192	144	0,86
3x70+1x35	33,8	2.850	246	178	0,603
3x95+1x50	38,2	3.700	298	211	0,457
3x120+1x70	42,1	4.750	346	240	0,357
3x150+1x70	46,8	5.800	399	271	0,286
3x185+1x95	53,5	7.200	456	304	0,235
3x240+1x120	58,5	9.100	538	351	0,178
3 x 300	62,3	10.100	621	396	0,142
4 G 1,5	9,7	130	23	22	29,5
4 G 2,5	10,7	175	32	29	17,7
4 G 4	12	245	42	37	11
4 G 6	13,4	330	54	46	7,32
4 G 10	15,7	505	75	61	4,23
4 x 16	18,2	750	100	79	2,68
4 x 25	24,1	1.245	127	101	1,73
4 x 35	26,3	1.675	158	122	1,23
4 x 50	31,3	2.315	192	144	0,86
4 x 70	36,1	3.205	246	178	0,603
4 x 95	40,2	4.130	298	211	0,457
4 x 120	44,6	5.245	346	240	0,357
4 x 150	49,8	6.575	399	271	0,286
4 x 185	56,1	8.050	456	304	0,235
4 x 240	64,5	10.695	538	351	0,178
5 G 1,5	10,4	155	23	22	29,5
5 G 2,5	11,6	215	32	29	17,7
5 G 4	13,2	300	42	37	11
5 G 6	14,7	405	54	46	7,32
5 G 10	17,1	625	75	61	4,23
5 G 16	20,2	935	100	79	2,68
5 G 25	26,6	1.555	127	101	1,73
5 G 35	29,3	2.080	158	122	1,23
5 G 50	34,5	2.895	192	144	0,86
5 G 70	38,7	3.930	246	178	0,603
5 G 95	44,6	5.190	298	211	0,457
5 G 120	49,7	6.560	346	240	0,357
5 G 150	55,6	8.145	399	271	0,286
5 G 185	62,5	9.975	456	304	0,235
5 G 240	71,8	13.210	538	351	0,178

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo. Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP). Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com